

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP2004/000072

08.1.2004

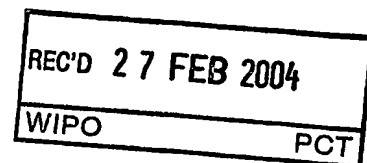
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 3月12日

出願番号
Application Number: 特願2003-066871
[ST. 10/C]: [JP2003-066871]

出願人
Applicant(s): 株式会社国際電気通信基礎技術研究所

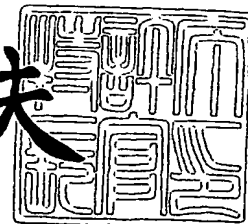


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 2月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 188170
【特記事項】 特許法第 3 0 条第 1 項の規定の適用を受けようとする特
許出願
【提出日】 平成15年 3月12日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01Q 19/32
H01Q 21/20

【発明者】

【住所又は居所】 京都府相楽郡精華町光台二丁目 2 番地 2 株式会社国際
電気通信基礎技術研究所内

【氏名】 大平 孝

【発明者】

【住所又は居所】 京都府相楽郡精華町光台二丁目 2 番地 2 株式会社国際
電気通信基礎技術研究所内

【氏名】 荒木 晃司

【特許出願人】

【識別番号】 393031586

【住所又は居所】 京都府相楽郡精華町光台二丁目 2 番地 2

【氏名又は名称】 株式会社国際電気通信基礎技術研究所

【代理人】

【識別番号】 100062144

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 葆

【選任した代理人】

【識別番号】 100086405

【弁理士】

【氏名又は名称】 河宮 治

【選任した代理人】

【識別番号】 100098280

【弁理士】

【氏名又は名称】 石野 正弘

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2003- 2297

【出願日】 平成15年 1月 8日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013262

【納付金額】 21,000円

【その他】

国等の委託研究の成果に係る特許出願（通信・放送機構、平成14年4月1日付け委託契約研究テーマ「自律分散型無線ネットワークの研究開発」、産業再生法第30条の適用を受けるもの）

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【物件名】 新規性喪失の例外証明書 1

【援用の表示】 変更を要しないため省略する。

【物件名】 宣誓書 1

【援用の表示】 変更を要しないため省略する。

【包括委任状番号】 9712463

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 アレーアンテナの制御装置及び制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れて設けられた偶数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された偶数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御装置であって、

上記偶数本の非励振素子は、少なくとも 1 本の第 1 の組の非励振素子と、少なくとも 1 本の第 2 の組の非励振素子とからなり、

上記偶数個の可変リアクタンス素子は、上記第 1 の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第 1 の組の可変リアクタンス素子と、上記第 2 の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第 2 の組の可変リアクタンス素子とからなり、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記第 1 及び第 2 の組の可変リアクタンス素子に対して第 1 のリアクタンス値セットを設定する第 1 の場合と、上記第 1 及び第 2 の組の可変リアクタンス素子に対して第 2 のリアクタンス値セットを設定する第 2 の場合とのうち、上記第 1 と第 2 の場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して上記第 1 及び第 2 の組の可変リアクタンス素子に設定する制御手段を備えたことを特徴とするアレーアンテナの制御装置。

【請求項 2】 上記アレーアンテナは、第 1 と第 2 の非励振素子を備え、上記第 1 のリアクタンス値セットは上記第 1 と第 2 の非励振素子に対して設定されるリアクタンス値 X_a 、 X_b からなり、上記第 2 のリアクタンス値セットは上記第 1 と第 2 の非励振素子に対して設定されるリアクタンス値 X_b 、 X_a からなることを特徴とする請求項 1 記載のアレーアンテナの制御装置。

【請求項 3】 受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事

象の累積確率である C D F 値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように上記第 1 及び第 2 のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のアレーアンテナの制御装置。

【請求項 4】 受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率である C D F 値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように上記第 1 及び第 2 のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のアレーアンテナの制御装置。

【請求項 5】 送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れてかつ互いに実質的に同一の角度間隔で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の変りリアクタンス素子とを備え、上記各変りリアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御装置であって、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、各リアクタンス値を循環して得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する複数の場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各変りリアクタンス素子に設定する制御手段を備えたことを特徴とするアレーアンテナの制御装置。

【請求項 6】 送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子の位置を通過する対称線を対称軸として線対称で設けられた少なくとも 1 対の非励振素子を含み、上記対称線上に位置し又は対称線を対称軸として線対称で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の変りリアクタンス素子とを備え、上記各変りリアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御装置であって、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子のリアクタンス値を入れ替えて得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する少なくとも2つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定する制御手段を備えたことを特徴とするアレーアンテナの制御装置。

【請求項7】 受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように上記複数組のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする請求項5又は6記載のアレーアンテナの制御装置。

【請求項8】 受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように上記複数組のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする請求項5又は6記載のアレーアンテナの制御装置。

【請求項9】 送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れて設けられた偶数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された偶数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御方法であって、

上記偶数本の非励振素子は、少なくとも1本の第1の組の非励振素子と、少なくとも1本の第2の組の非励振素子とからなり、

上記偶数個の可変リアクタンス素子は、上記第1の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第1の組の可変リアクタンス素子と、上記第2の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第2の組の可変リアクタンス素子とからなり、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的

に変化しないように、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第1のリアクタンス値セットを設定する第1の場合と、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第2のリアクタンス値セットを設定する第2の場合とのうち、上記第1と第2の場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となる時のリアクタンス値セットを選択して上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に設定するステップを含むことを特徴とするアレーアンテナの制御方法。

【請求項10】 上記アレーアンテナは、第1と第2の非励振素子を備え、上記第1のリアクタンス値セットは上記第1と第2の非励振素子に対して設定されるリアクタンス値 X_a 、 X_b からなり、上記第2のリアクタンス値セットは上記第1と第2の非励振素子に対して設定されるリアクタンス値 X_b 、 X_a からなることを特徴とする請求項9記載のアレーアンテナの制御方法。

【請求項11】 受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように上記第1及び第2のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする請求項9又は10記載のアレーアンテナの制御方法。

【請求項12】 受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように上記第1及び第2のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする請求項9又は10記載のアレーアンテナの制御方法。

【請求項13】 送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れてかつ互いに実質的に同一の角度間隔で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御方法であって、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的

に変化しないように、各リアクタンス値を循環して得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する複数の場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となる時のリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定するステップを含むことを特徴とするアレーアンテナの制御方法。

【請求項 14】 送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子の位置を通過する対称線を対称軸として線対称で設けられた少なくとも 1 対の非励振素子を含み、上記対称線上に位置し又は対称線を対称軸として線対称で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御方法であって、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記線対称で設けられた少なくとも 1 対の非励振素子のリアクタンス値を入れ替えて得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する少なくとも 2 つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となる時のリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定するステップを含むことを特徴とするアレーアンテナの制御方法。

【請求項 15】 受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率である CDF 値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように上記複数組のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする請求項 13 又は 14 記載のアレーアンテナの制御方法。

【請求項 16】 受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率である CDF 値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように上記複数組のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする請求項 13 又は 14 記載のアレーアンテナの制御方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、アレーアンテナの制御装置及び制御方法に関し、特に、空間的ダイバシティを実現する3素子以上の複数素子を有するアレーアンテナの制御装置及び制御方法に関する。

【0002】**【従来の技術】**

無線通信のブロードバンド化に伴い、ノートパソコンやPCMCIAカードなどのユーザ端末装置に搭載するアンテナ装置も高機能及び高性能が求められるようになってきた。必要とされる機能として、例えば、到来する無線信号からマルチパスフェージングを除去することが挙げられる。マルチパスフェージングは、ひとつの信号源から送信された波動が複数の経路を伝搬し、受信点において信号が同振幅かつ逆位相でキャンセルされるときに激しいレベル低下が発生する現象である。屋外無線基地局において受信する場合には、マルチパスの経路による到来波の角度広がり是比较的狭い。しかし、ユーザ端末装置あるいは室内環境においては、360度全方位に広がるマルチパス波の到来が生じる。

【0003】

携帯型端末装置やPCカード等に搭載されるには、当該アンテナ装置は、小型軽量であること、民生コンシューマ品として受け入れられるコストであること、かつ、バッテリー駆動に耐えうる低消費電力動作であること、などの制約が課せられる。以上の制約を満たすアンテナ装置として、例えば、特許文献1や非特許文献1, 2, 4において、電子制御導波器アレーアンテナ装置 (Electronically Steerable Passive Array Radiator Antenna) が提案されている。

【0004】

この電子制御導波器アレーアンテナ装置は、無線信号が給電される励振素子と、この励振素子から所定の間隔だけ離れて設けられ、無線信号が給電されない6個の非励振素子と、この非励振素子にそれぞれ接続された可変リアクタンス素子とから成るアレーアンテナを備え、上記可変リアクタンス素子のリアクタンス値

をそれぞれ変化させることにより、当該アレーアンテナの指向特性を変化させることができる。なお、例えば、アンテナ素子間隔が波長の $1/10$ という狭間隔である2素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置であっても空間ダイバシティ効果が得られるという数値シミュレーション例が報告されている（非特許文献3参照。）。

【0005】

【特許文献1】

特開 2002-118414 号公報。

【非特許文献1】

T. Ohira et al., "Electronically steerable passive array radiator antennas for low-cost analog adaptive beamforming," 2000 IEEE International Conference on Phased Array System & Technology pp. 101-104, Dana point, California, May 21-25, 2000。

【非特許文献2】

大平孝ほか，“エスパアンテナの等価ウェイトベクトルとその勾配に関する基本的定式化”，電子情報通信学会技術研究報告，2002年5月，AP2001-16，SAT2001-3，p. 15-20。

【非特許文献3】

青山直樹ほか，“アンテナ素子間の相互結合を用いたCOFDMの簡易ダイバシティ受信方式”，電子情報通信学会総合大会講演論文集，2002年3月27日-30日，B-5-224，p. 695。

【非特許文献4】

大平孝ほか，“エスパアンテナの等価ウェイトベクトルとアレーファクタ表現式”，電子情報通信学会技術研究報告，2002年7月，AP2000-44，p. 7-14。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

特許文献1及び非特許文献3に示されたアンテナ装置は、設定されるリアクタンス値を決定するために、リアクタンス値を微細に（ほぼ連続的に）変化させる

適応制御処理を行っている。この適応制御処理では、複雑な処理アルゴリズムと、それを実行するためのコントローラとを必要とし、さらに、上記コントローラは、可変容量ダイオードに設定するリアクタンス値信号を発生するための制御電圧発生用DAコンバータを必要とするので、アンテナ装置の構成が複雑になり、装置の大きさとコストとが増大する。

【0007】

非特許文献3に示されたアンテナ装置は、図33に示すように、所定の間隔 d で並置されてなる2つのアンテナ素子 A_0 、 A_1 を備えて構成され、非励振素子であるアンテナ素子 A_1 に例えば可変容量ダイオードである可変リアクタンス素子12が接続されている。このとき、可変リアクタンス素子12への制御電圧を変化することにより、図34に示すように、可変リアクタンス素子12のリアクタンス値 X_1 を変化させることができるが、励振素子であるアンテナ素子 A_0 の給電ポートにおける入力インピーダンス Z_{in} も変化するという問題点があった。すなわち、当該2素子のアンテナ装置では、装荷するリアクタンス値の変化に対してアンテナ装置の入力インピーダンスの変化が大きく、給電系まで含めた整合設計がきわめて難しいという問題点があった。

【0008】

本発明の目的は以上の問題点を解決し、従来技術に比較してハードウェア構成や制御がきわめて簡単であり、マルチパスフェージングが存在するときのアンテナ利得を大きく改善することができ、しかも可変リアクタンス素子の素子値の変化に伴ってアンテナの入力インピーダンスを実質的に変化させることがないアレーアンテナの制御装置及び制御方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

第1の発明に係るアレーアンテナの制御装置は、送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れて設けられた偶数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された偶数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、ア

レーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御装置であって、

上記偶数本の非励振素子は、少なくとも1本の第1の組の非励振素子と、少なくとも1本の第2の組の非励振素子とからなり、

上記偶数個の可変リアクタンス素子は、上記第1の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第1の組の可変リアクタンス素子と、上記第2の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第2の組の可変リアクタンス素子とからなり、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第1のリアクタンス値セットを設定する第1の場合と、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第2のリアクタンス値セットを設定する第2の場合とのうち、上記第1と第2の場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に設定する制御手段を備えたことを特徴とする。

【0010】

上記アレーアンテナの制御装置において、好ましくは、上記アレーアンテナは、第1と第2の非励振素子を備え、上記第1のリアクタンス値セットは上記第1と第2の非励振素子に対して設定されるリアクタンス値 X_a 、 X_b からなり、上記第2のリアクタンス値セットは上記第1と第2の非励振素子に対して設定されるリアクタンス値 X_b 、 X_a からなることを特徴とする。

【0011】

また、上記アレーアンテナの制御装置において、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように上記第1及び第2のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする。さらに、とって代わって、上記アレーアンテナの制御装置において、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように上記第1及び第2の

リアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする。

【0012】

第2の発明に係るアレーアンテナの制御装置は、送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れてかつ互いに実質的に同一の角度間隔で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御装置であって、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、各リアクタンス値を循環して得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する複数の場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定する制御手段を備えたことを特徴とする。

【0013】

第3の発明に係るアレーアンテナの制御装置は、送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子の位置を通過する対称線を対称軸として線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子を含み、上記対称線上に位置し又は対称線を対称軸として線対称で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御装置であって、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子のリアクタンス値を入れ替えて得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設

定する少なくとも 2 つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となる時のリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定する制御手段を備えたことを特徴とする。

【0014】

上記アレーアンテナの制御装置において、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率である C D F 値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように上記複数組のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする。もしくは、とって代わって、上記アレーアンテナの制御装置において、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率である C D F 値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように上記複数組のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする。

【0015】

第 4 の発明に係るアレーアンテナの制御方法は、送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れて設けられた偶数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された偶数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御方法であって、

上記偶数本の非励振素子は、少なくとも 1 本の第 1 の組の非励振素子と、少なくとも 1 本の第 2 の組の非励振素子とからなり、

上記偶数個の可変リアクタンス素子は、上記第 1 の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第 1 の組の可変リアクタンス素子と、上記第 2 の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第 2 の組の可変リアクタンス素子とからなり、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記第 1 及び第 2 の組の可変リアクタンス素子に対して第 1 のリアクタンス値セットを設定する第 1 の場合と、上記第 1 及び第 2 の組の可変リアクタンス素子に対して第 2 のリアクタンス値セットを設定する第 2 の場合

とのうち、上記第1と第2の場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となる時のリアクタンス値セットを選択して上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に設定するステップを含むことを特徴とする。

【0016】

上記アレーアンテナの制御方法において、好ましくは、上記アレーアンテナは、第1と第2の非励振素子を備え、上記第1のリアクタンス値セットは上記第1と第2の非励振素子に対して設定されるリアクタンス値 X_a 、 X_b からなり、上記第2のリアクタンス値セットは上記第1と第2の非励振素子に対して設定されるリアクタンス値 X_b 、 X_a からなることを特徴とする。

【0017】

また、上記アレーアンテナの制御方法において、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように上記第1及び第2のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする。さらに、とって代わって、上記アレーアンテナの制御方法において、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように上記第1及び第2のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする。

【0018】

第5の発明に係るアレーアンテナの制御方法は、送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れてかつ互いに実質的に同一の角度間隔で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御方法であって、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的

に変化しないように、各リアクタンス値を循環して得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する複数の場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定するステップを含むことを特徴とする。

【0019】

第6の発明に係るアレーアンテナの制御方法は、送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子の位置を通過する対称線を対称軸として線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子を含み、上記対称線上に位置し又は対称線を対称軸として線対称で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御方法であって、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子のリアクタンス値を入れ替えて得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する少なくとも2つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定するステップを含むことを特徴とする。

【0020】

上記アレーアンテナの制御方法において、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように上記複数組のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする。さらに、とって代わって、上記アレーアンテナの制御方法において、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように上記複数組のリアクタンス値セッ

トが設定されたことを特徴とする。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

【0022】

<第1の実施形態>

図1は、本発明の第1の実施形態に係るアレーアンテナの制御装置の構成を示すブロック図である。図1に示すように、アレーアンテナの制御装置は、1つの励振素子A0と、可変リアクタンス素子12-1が装荷された第1の非励振素子A1と、可変リアクタンス素子12-2が装荷された第2の非励振素子A2とを備えてなる3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置で構成されたアレーアンテナ装置100と、アンテナコントローラ10とを備え、ここで、アンテナコントローラ10は、アレーアンテナ装置100で受信された無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナ装置100の入力インピーダンス Z_{in} が実質的に変化しないように、2つの可変リアクタンス素子12-1, 12-2に対して第1のリアクタンス値セット(X_a , X_b)を設定する第1の場合(ここで、可変リアクタンス素子12-1に対してリアクタンス値 X_a が設定され、可変リアクタンス素子12-2に対してリアクタンス値 X_b が設定される。)と、2つの可変リアクタンス素子12-1, 12-2に対して第2のリアクタンス値セット(X_b , X_a)を設定する第2の場合(ここで、可変リアクタンス素子12-1に対してリアクタンス値 X_b が設定され、可変リアクタンス素子12-2に対してリアクタンス値 X_a が設定される。)とのうち、上記第1と第2の場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して2つの可変リアクタンス素子12-1, 12-2に設定することを特徴としている。

【0023】

図2は、図1のアレーアンテナ装置100の詳細構成を示す斜視図である。図1及び図2に示すように、アレーアンテナ装置100は、接地導体11上に垂直に設けられた励振素子A0及び2本の非励振素子A1, A2から構成され、励振

素子A0と非励振素子A1とは、互いに平行に、かつ距離dで離間して配置され、励振素子A0と非励振素子A2とは、互いに平行に、かつ距離dで離間して配置され、これら3本のアンテナ素子A2, A0, A1が一直線上に並置されている。励振素子A0及び非励振素子A1, A2の各長さは、所望波の波長 λ の約1/4になるように構成され、また、上記アンテナ間隔dは、例えば、波長 λ の0.1倍ないし0.35倍になるように構成される。励振素子A0の給電点は同軸ケーブル1を介して低雑音増幅器(LNA)2に接続される。また、非励振素子A1は可変リアクタンス素子12-1に接続され、非励振素子A2は可変リアクタンス素子12-2に接続され、可変リアクタンス素子12-1, 12-2の各リアクタンス値はそれぞれ、アンテナコントローラ10からのペアケーブル5-1, 5-2を介して伝送されるリアクタンス値信号によって設定される。

【0024】

図3は、図2のA-A'線におけるアレーアンテナ装置100の縦断面図である。図3に示すように、励振素子A0は接地導体11と電氣的に絶縁され、かつ同軸ケーブル1の中心導体1aに接続される。非励振素子A1は、可変リアクタンス素子12-1を介して、接地導体11に対して高周波的に接地され、また、非励振素子A2は、可変リアクタンス素子12-2を介して、接地導体11に対して高周波的に接地される。各可変リアクタンス素子12-1, 12-2の動作を説明すると、例えば励振素子A0と非励振素子A1, A2の長手方向の長さが実質的に同一であるとき、例えば、可変リアクタンス素子12-1がインダクタンス性(L性)を有するときは、可変リアクタンス素子12-1は延長コイルとなり、非励振素子A1の電気長が励振素子A0に比較して長くなり、反射器として働く。一方、例えば、可変リアクタンス素子12-1がキャパシタンス性(C性)を有するときは、可変リアクタンス素子12-1は短縮コンデンサとなり、非励振素子A1の電気長が励振素子A0に比較して短くなり、導波器として働く。また、可変リアクタンス素子12-2が接続された非励振素子A2も同様に動作する。ここで、可変リアクタンス素子12-1, 12-2として、例えば可変容量ダイオードを用いることができる。

【0025】

従って、図1のアレーアンテナ装置100において、各非励振素子A1, A2に接続された可変リアクタンス素子12-1, 12-2の各リアクタンス値を変化させることにより、アレーアンテナ装置100の平面指向特性を変化させることができる。

【0026】

図1のアレーアンテナの制御装置において、アレーアンテナ装置100は無線信号を受信し、上記受信された無線信号は同軸ケーブル1を介して低雑音増幅器(LNA)2に入力されて増幅され、次いで、ダウンコンバータ(D/C)3は増幅された無線信号を所定の間周波数の信号(IF信号)に低域変換する。さらに、A/D変換器4は、アナログ信号であるIF信号をデジタル信号に変換して受信信号yとして出力する。受信信号yは、アンテナコントローラ10に入力されるとともに、復調器(図示せず。)に入力されて復調された信号に変換される。アンテナコントローラ10は、アレーアンテナ装置100で受信された無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナ装置100の入力インピーダンス Z_{in} が実質的に変化しないように、2つの可変リアクタンス素子12-1, 12-2に対して第1のリアクタンス値セット(X_a , X_b)を設定する第1の場合と、2つの可変リアクタンス素子12-1, 12-2に対して第2のリアクタンス値セット(X_b , X_a)を設定する第2の場合とのうち、上記第1と第2の場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となる時のリアクタンス値セットを選択して2つの可変リアクタンス素子12-1, 12-2に設定する。

【0027】

ここで、第1と第2のリアクタンス値セット(X_a , X_b), (X_b , X_a)は、図4に示すように設定される。すなわち、アレーアンテナ装置100の入力インピーダンス Z_{in} が実質的に変化しない2つの状態P1, P2(このときの入力インピーダンス $Z_{in} = Z_{inopt}$)を予め測定し、これら2つの状態P1, P2にそれぞれ対応する第1と第2のリアクタンス値セット(X_a , X_b), (X_b , X_a)を予め測定してアンテナコントローラ10内のリアクタンス値セットメモリ(図示せず。)に格納しておく。そして、アンテナコントローラ1

0 は、2つの状態 P_1 , P_2 のうち、各状態 P_1 , P_2 の場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となる時のリアクタンス値セットを選択して2つの可変リアクタンス素子 $12-1$, $12-2$ に設定する。

【0028】

本実施形態のアレーアンテナの制御装置によれば、そのハードウェア構成が簡易であって、かつ、マルチパスフェージングが存在するときのアンテナ利得を単純な1ビットバイナリ制御（すなわち、第1及び第2のリアクタンス値セット（ X_a , X_b ）, (X_b , X_a) のいずれかを選択する制御）で大きく改善する効果が得られるので、ラップトップ端末装置やPCカードなどの民生コンシューマ端末装置に搭載できるダイバシティアンテナとして用いることができる。この制御方法（1ビット制御）は、可変容量ダイオードを連続的に制御する方式において必要な制御電圧発生用DAコンバータが不要となるので、アンテナ装置のさらなる小型化と低コスト化が図れる。また、上記の1ビットバイナリ制御により、アレーアンテナ装置100の入力インピーダンス Z_{in} を実質的にほとんど変化させないようにできる。

【0029】

なお、以上の実施形態においては、第1と第2のリアクタンス値セット（ X_a , X_b ）, (X_b , X_a) を用いているが、本発明はこれに限らず、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつアレーアンテナ装置100の入力インピーダンスが実質的に変化しないように設定することができる、2組のリアクタンス値セット（ X_a , X_b ）, (X_c , X_d)（ここで、 $X_a \neq X_d$, $X_b \neq X_c$ ）を用いてもよい。

【0030】

<第2の実施形態>

図5は、本発明に係る第2の実施形態であるアレーアンテナ装置の構成を示す斜視図である。この第2の実施形態では、図1の励振素子 A_0 及び非励振素子 A_1 , A_2 が、誘電体基板20の一方の面上にプリントされたストリップ導体として形成されたことを特徴としている。励振素子 A_0 及び非励振素子 A_1 , A_2 が形成された誘電体基板20は、例えば厚さ約1mmのガラスエポキシ樹脂、テフ

ロン（登録商標）又はアルミナセラミックなどから構成されたプリント配線基板であって、励振素子A0及び非励振素子A1, A2は公知のプリント配線基板のプロセス技術により形成されている。また、誘電体基板20は接地導体11上に垂直に設けられる。

【0031】

ここで、励振素子A0は、所定の長さ h_1 を有したストリップ導体のアンテナ素子として誘電体基板20上に形成され、各非励振素子A1, A2は、長さ h_1 を有し、かつ励振素子A0に対して距離 d_1 を有して平行なストリップ導体のアンテナ素子として誘電体基板20上に形成されている。ここで、長さ h_1 は、送受信される無線信号の波長の約 $1/4$ の長さに設定される。

【0032】

図6は、図5の誘電体基板20の下部の詳細構成を示す斜視図である。誘電体基板20において、励振素子A0と非励振素子A1が形成された面とは反対側の面に、互いに離間して4つの電極21乃至24が形成されている。励振素子A0の下端（接地導体11に近い方の端部）は、誘電体基板20を貫通したスルーホール導体25を介して電極21と電氣的に接続される。電極22は接地導体11と電氣的に接続される。さらに、電極21は、LNA2に接続された同軸ケーブル1の中心導体1aに接続され、電極22は同軸ケーブル1の外部導体1bに接続される。非励振素子A1の下端は、誘電体基板20を貫通したスルーホール導体26を介して電極24に接続され、この電極24は、可変容量ダイオードD1のカソードに接続される。可変容量ダイオードD1は、可変リアクタンス素子12の一例である。可変容量ダイオードD1のアノードは電極23に接続され、電極23はまた接地導体11と電氣的に接続される。さらに、電極23及び24はそれぞれ、例えば数 $k\Omega$ ないし数十 $k\Omega$ の高周波電流阻止用抵抗41, 42及びペアケーブル5-1を介して当該アレーアンテナ装置の指向特性を制御するアンテナコントローラ10の印加バイアス電圧端子（図示せず。）に接続されている。

【0033】

以上のように構成されたアレーアンテナ装置においては、アンテナコントロー

ラ 10 からのリアクタンス値信号に含まれる印加バイアス電圧が、ペアケーブル 5-1 を介して可変容量ダイオード D1 の両端に印加され、このとき、印加バイアス電圧を変化することにより可変容量ダイオード D1 の接合容量値、すなわちリアクタンス値を変化させることができる。アンテナコントローラ 10 は可変電圧直流電源の機能を有し、非励振素子 A1 に接続された可変容量ダイオード D1 に印加する逆バイアス電圧を変化させることにより、可変容量ダイオード D1 の接合容量を変化させ、これにより、非励振素子 A1 の電気長を、励振素子 A0 に比較して変化させ、また、同様に非励振素子 A2 の電気長を励振素子 A0 に比較して変化させることにより、当該アレーアンテナ装置の平面指向特性を変化させることができる。

【0034】

以上のように構成された第 2 の実施形態に係るアレーアンテナ装置によれば、制御が簡単であってその制御により入力インピーダンスが実質的に変化しないことに加えて、励振素子 A0 と非励振素子 A1, A2 が形成された誘電体基板 20 を接地導体 11 上に設けたので、従来のダイバシティアンテナに比較して構造が簡単であって、励振素子 A0 や非励振素子 A1, A2 を容易にかつ高精度で形成することができるアレーアンテナ装置を提供することができる。また、誘電体基板 20 上にストリップ導体にてなる励振素子 A0 と非励振素子 A1, A2 を形成しているので、プリント配線基板の形成技術で容易にアンテナ素子を形成することができ、製造工程がきわめて簡単になるという特有の利点を有する。

【0035】

<第 1 の実装例>

図 7 は、本発明に係る第 1 の実装例である、携帯型パーソナルコンピュータ 200 に搭載されたアレーアンテナ装置を示す図である。この実装例では、携帯型パーソナルコンピュータ 200 は、上部筐体 201 と下部筐体 202 とからなる折りたたみ型の筐体を有し、実施形態のアレーアンテナ装置 210 は、上部筐体 201 上に固定されるか、又は上部筐体 201 上に向きが可動であるように装着されることが可能である。アレーアンテナ装置 210 は、図 5 と同様に、誘電体基板上にプリントされて形成された 1/4 波長モノポール型のアレーアンテナ装

置として図示されている。アレーアンテナ装置 210 において接地導体は図示されていないが、接地導体は上部筐体 201 に装着されていてもよく、又は上部筐体 201 が金属製の場合は上部筐体 201 が接地導体として利用されてもよい。なお、図 7 に示された実装例の制御装置として、上述のアンテナコントローラ 10 を用いることができる。

【0036】

<第 2 の実装例>

図 8 は、本発明に係る第 2 の実装例である、PC カード 211 に搭載されたアレーアンテナ装置を示す図である。この実装例では、接地導体として動作する PC カード 211 の本体上に設けられた、図 1 と同様の、 $1/4$ 波長モノポール型のアレーアンテナ装置を図示している。PC カード 211 は、図 7 と同様の携帯型パーソナルコンピュータ 200 の下部筐体 202 に設けられた PC カードスロット 203 に挿入されて、PC 200 のアンテナとして動作することが可能である。なお、図 8 に示された実装例の制御装置として、上述のアンテナコントローラ 10 を用いることができる。

【0037】

<第 3 及び第 4 の実施形態>

図 9 は、3 素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置の解析モデルとして用いる、第 3 の実施形態に係るアレーアンテナ装置の平面図である。

【0038】

図 9 において、高さ $\lambda_g/2$ (ここで、 λ_g は受信する所望波の管内波長である。) の矩形接地導体 11a が裏面に形成されてなる誘電体基板 20 のおもて面上に、3 本のマイクロストリップ導体を互いに間隔 d で離間して互いに平行に形成してマイクロストリップ線路を形成し、その先端を $\lambda/4$ (ここで、 λ は受信する所望波の自由空間波長である。) だけ接地導体 11a が形成されていない面上まで延在させることにより非励振素子 A2、励振素子 A0 及び非励振素子 A1 を形成した。ここで、マイクロストリップ線路の接地部分である接地導体 11a が、モノポールアンテナにおいての地板として機能する。なお、マイクロストリップ線路の給電部に完全導体の接地導体 11a を置いたのは、解析に用いたシミ

ユレータの仕様によるものである。

【0039】

誘電体基板20の材料常数には、BTレジン／熱硬化PPO等の高周波用プリント基板を想定し、比誘電率 $\epsilon_r = 3.4$ 、誘電体損失 $\tan \delta = 0.003$ と設定した。また、誘電体基盤20の厚さを0.6mmとしている。さらに、アンテナ素子A0, A1, A2の導体部及び接地導体11aの材料にはAuを想定し、その導電率には実測値に近い、 $\sigma = 3.3 \times 10^8$ [S/m]を設定した。マイクロストリップ線路の幅は、マイクロストリップ導体の特性インピーダンスが50 [Ω]となる、1.42 [mm]に設定した。その他のパラメータは図9に示した通りである。なお、図中の λ_g は基板誘電率から求められる実効波長を示す。

【0040】

次いで、図9の解析モデルを用いたときの電磁界解析結果（アドミタンス行列表示）について以下に説明する。

【0041】

電子制御導波器アレーアンテナ装置においてリアクタンス値を変更した場合のアレー指向性は、後述する等価ウェイトベクトル法で導きだすことができる。等価ウェイトベクトルは、アンテナを回路的に取り扱い、そのアドミタンス行列より導出される。電磁界シミュレータから導出されたアドミタンス行列から、素子間隔に対するアドミタンス値の変化を示す表現式を導出することで、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置の基本構造式を得ることができる。

【0042】

そこで、素子間隔をパラメータとして、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置のアドミタンス行列の表現式を導出する。素子間隔は波長で規格化した値で表している。計算は素子間隔 $d = 0.1\lambda \sim 0.35\lambda$ の範囲で行った。3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置を3端子回路網として見て、そのアドミタンス行列を求める。3端子回路網のY行列は、次式で表される。

【0043】

【数 1】

$$Y = \begin{bmatrix} y_{00} & y_{01} & y_{02} \\ y_{10} & y_{11} & y_{12} \\ y_{20} & y_{21} & y_{22} \end{bmatrix}$$

【0 0 4 4】

ここで、相反定理並びに、アンテナ構造の対称性により、上記数 1 中の Y パラメータには、次式の等号関係が成り立っている。

【0 0 4 5】

【数 2】

$$y_{11} = y_{22}$$

【数 3】

$$y_{01} = y_{02} = y_{10} = y_{20}$$

【数 4】

$$y_{12} = y_{21}$$

【0 0 4 6】

これらのパラメータは、その物理的意味からそれぞれ、以下のように呼び表すこととする。

- (1) y_{00} : 励振素子の自己アドミタンス。
- (2) y_{11} : 非励振素子の自己アドミタンス。
- (3) y_{01} : 励振素子と非励振素子との間の結合アドミタンス。
- (4) y_{12} : 2つの非励振素子の間の結合アドミタンス。

【0 0 4 7】

図 10 乃至図 17 に、 $y_{00} \sim y_{12}$ の各アドミタンス値を、上述の解析モデルの条件下で電磁界シミュレーションを行い、多項式フィッティング（近似）した結果を示す。またそれぞれの表現式を次式に示す。表現式は、素子間隔 $d = 0.1\lambda \sim 0.35\lambda$ の範囲内で有効である。

【0 0 4 8】

【数 5】

$$\operatorname{Re}\{y_{00}\} = 0.0045 - 0.0425\left(\frac{d}{\lambda}\right) + 0.1533\left(\frac{d}{\lambda}\right)^2$$

【数 6】

$$\operatorname{Im}\{y_{00}\} = -0.0519 + 0.253\left(\frac{d}{\lambda}\right) - 0.3802\left(\frac{d}{\lambda}\right)^2$$

【数 7】

$$\operatorname{Re}\{y_{11}\} = -0.0131 + 0.3984\left(\frac{d}{\lambda}\right) - 2.885\left(\frac{d}{\lambda}\right)^2 + 8.9546\left(\frac{d}{\lambda}\right)^3 - 9.8593\left(\frac{d}{\lambda}\right)^4$$

【数 8】

$$\operatorname{Im}\{y_{11}\} = -0.0269 + 0.091\left(\frac{d}{\lambda}\right) - 0.1255\left(\frac{d}{\lambda}\right)^2$$

【数 9】

$$\operatorname{Re}\{y_{01}\} = -0.0029 + 0.0469\left(\frac{d}{\lambda}\right) - 0.2507\left(\frac{d}{\lambda}\right)^2 + 0.6058\left(\frac{d}{\lambda}\right)^3 - 0.4074\left(\frac{d}{\lambda}\right)^4$$

【数 10】

$$\operatorname{Im}\{y_{01}\} = 0.0298 - 0.2618\left(\frac{d}{\lambda}\right) + 0.9086\left(\frac{d}{\lambda}\right)^2 - 1.0566\left(\frac{d}{\lambda}\right)^3$$

【数 11】

$$\operatorname{Re}\{y_{12}\} = 0.0047 - 0.1017\left(\frac{d}{\lambda}\right) + 0.8628\left(\frac{d}{\lambda}\right)^2 - 2.9996\left(\frac{d}{\lambda}\right)^3 + 3.5825\left(\frac{d}{\lambda}\right)^4$$

【数 12】

$$\operatorname{Im}\{y_{12}\} = -0.0024 + 0.0341\left(\frac{d}{\lambda}\right) - 0.1504\left(\frac{d}{\lambda}\right)^2 + 0.0965\left(\frac{d}{\lambda}\right)^3 + 0.3008\left(\frac{d}{\lambda}\right)^4$$

【0049】

次いで、上記で求めたアドミタンス行列 Y から、3素子の電子制御導波器アレアンテナ装置の入力インピーダンス $2z_{in}$ （なお、受信時は出力インピーダンスとなる。）を導く。なお、定式化では、図18に示す第4の実施形態に係る等価ダイポールモデル（素子長 $= 1/2\lambda$ ）で行った。このため、係数は全て2

倍となっている。図 18 において、励振素子 A 0 は、2 本のアンテナ素子 A 0 a, A 0 b を備えて構成され、この 2 本のアンテナ素子 A 0 a, A 0 b の給電ポートには、無線送信機 13 の、出力インピーダンス z_s を有する電圧 $2v_s$ の発振源 13 が接続される。また、非励振素子 A 1 は、2 本のアンテナ素子 A 1 a, A 1 b を備えて構成され、そのアンテナポートには、リアクタンス値 $j2x_1$ の可変リアクタンス素子 12-1 が接続される。さらに、非励振素子 A 2 は、2 本のアンテナ素子 A 2 a, A 2 b を備えて構成され、そのアンテナポートには、リアクタンス値 $j2x_2$ の可変リアクタンス素子 12-2 が接続される。

【0050】

以上のように構成された 3 素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンス $Z_{in} = 2z_{in}$ は次式で表される。

【0051】

【数 13】

$$2z_{in} = z_{00} + 2z_{01}^2 \frac{z_{11} - z_{12} + j(x_1 + x_2)}{z_{12}^2 - (z_{11} + j2x_1)(z_{11} + j2x_2)}$$

【0052】

上記数 13 中のインピーダンス $z_{00} \sim z_{12}$ は、循環性とアンテナ構造の対称性により、次式を用いて計算される。

【0053】

【数 14】

$$z_{00} = \frac{y_{11}^2 - y_{12}^2}{\det Y}$$

【数 15】

$$z_{01} = \frac{y_{01}(y_{12} - y_{11})}{\det Y}$$

【数 16】

$$z_{11} = \frac{y_{00}y_{11} - y_{01}^2}{\det Y}$$

【数 17】

$$z_{12} = \frac{y_{01}^2 - y_{00}y_{12}}{\det Y}$$

【0054】

ここで、 $\det Y$ は、アドミタンス行列 Y の行列式の値である。そして、入力インピーダンス Z_{in} の変化の度合いを確認するため、2本の非励振素子 A_1 、 A_2 のうちの1本（図18の非励振素子 A_1 ）のリアクタンス値 $X_1 = 2x_2$ を0、50、100 [Ω] にそれぞれ固定して、非励振素子 A_2 のリアクタンス値の半値 x_2 の値を-100～100 [Ω] の範囲内で変化させた。算出される入力インピーダンス $Z_{in} = 2z_{in}$ の値を、実数成分と虚数成分に分けて、図19及び図20に示した。

【0055】

本発明者らのシミュレーションによれば、2素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置の場合、入力インピーダンスの変化は素子間隔に依存して40～100 [Ω] 程度変化していたのに対して、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置では、図19及び図20に示すように、10 [Ω] 以下に押さえられている。3素子の構成は、基本的にリアクタンス値の変化に対して、入力インピーダンスの変化幅が小さい。また、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置では、リアクタンス値 x_1 と x_2 には、同じ値の組み合わせを交互に切り替えて割り当てるため、指向性パターンを切り替えた後の入力インピーダンスの値は一致する。3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置は2素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置に対して、整合設計が行いやすいことが確認できた。

【0056】

次いで、等価ウェイトベクトル法（アレーファクタ）について以下に説明する。一般に、アレーアンテナの指向性は素子単体の指向性とアレー応答ベクトル（アレーファクタ）の積で表される。3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置のアレーファクタを求めるために、ここでは等価ウェイトベクトル法を用いる（例えば、非特許文献2及び4参照。）。

【0057】

これは、アレーファクタをステアリングベクトルとウェイトベクトルの内積で表し、そのウェイトベクトルはこのアンテナを送信モードで励振した際の電流ベクトルと等価であるとする方法である。アレーファクタ $D(\phi)$ を以下のように定義する。ここで、 w (w_0 、 w_1 、 w_2) は各アンテナ素子 A_0 、 A_1 、 A_2 の等価ウェイトであり、 z_s [Ω] と v_s [V] は送信給電系の出力インピーダンスと内部電圧であり、 x_1 、 x_2 [Ω] はそれぞれ非励振素子 A_1 、 A_2 にそれぞれ接続された可変リアクタンス素子 $12-1$ 、 $12-2$ のリアクタンス値である。なお、定式化は、図 18 の等価ダイポールモデルで行うため、全て 2 倍の係数がつく。

【0058】

【数 18】

$$D(\phi) = a(\phi) \cdot w$$

【0059】

ここで、上記数 18 中の $a(\phi)$ 、 w は、それぞれ次式で表される。

【0060】

【数 19】

$$\alpha(\phi) = \begin{bmatrix} 1 \\ \exp\left(-j \frac{2\pi d}{\lambda} \cos(\phi)\right) \\ \exp\left(j \frac{2\pi d}{\lambda} \cos(\phi)\right) \end{bmatrix}$$

【数 20】

$$w = 2 z_s (Y^{-1} + X)^{-1} u_0$$

【0061】

ここで、上記数 20 中の X 、 u_0 は、それぞれ以下の通りである。

【0062】

【数 21】

$$X = \text{diag}(2 z_s, j 2 x_1, j 2 x_2)$$

【数 22】

$$u_0 = [1 \ 0 \ 0]^T$$

【0063】

上記数18で計算できるアレーファクタ $D(\phi)$ には、給電系とアンテナのインピーダンス不整合による損失も考慮されている。装荷する可変リアクタンス素子12-1, 12-2のリアクタンス値 $2x_1$, $2x_2$ をパラメータとし、アレーファクタ $D(\phi)$ を方位角 ϕ の関数としてプロットすると、振幅及び位相指向性を得る。方位角は励振素子A0から非励振素子A1を見た方向を0度とした。

【0064】

図21に、素子間隔 $d = 0.15\lambda$ の時の振幅指向性を示し、図22にそのときの位相指向性を示す。指向性には対称性があるため、 $0 \sim 180$ [度] の範囲内で図示した。

【0065】

さらに、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置のリアクタンスダイバシティ効果の確認結果について以下に説明する。

【0066】

上述したように、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置においても、リアクタンス制御を行うことによってその振幅位相の方位角依存性を変化させることができる。これを適応的に用いることで、フェージングによるレベル低下が生じる条件、すなわち同振幅逆位相状態を回避できる。このことを定量的に確認するため、以下のシミュレーションを行った。

【0067】

当該シミュレーションは、2素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置の場合と同様、等振幅2波モデルを用いて行った。図23にそのモデル図を示す。干渉性のある2波 s_1 , s_2 が等振幅かつランダム位相差で到来する環境に3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置を置いた場合に受信される信号を y とする。 y はアレーファクタ $D(\phi)$ を用いて、次式で表される。なお、2波の到来方位角 ϕ_1 と ϕ_2 は 360 [度] の範囲内で無相関かつランダムであるとする。

【0068】

【数23】

y

$$= D(\Phi_1) s_1 + D(\Phi_2) s_2$$

$$= D(\Phi_1) a_0 \exp(-j\Phi_1) + D(\Phi_2) a_0 \exp(-j\Phi_2)$$

【0069】

ここで、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置のリアクタンス値 x_1 , x_2 を2状態に制御して、受信電力 ($y \cdot y^*$) が高くなる方を選択するというアルゴリズムでフェージングを回避するものとする。 x_1 、 x_2 は、同じ値の組み合わせを交互に切り替えて用いるものとする。

【0070】

図24に、給電系インピーダンス $z_s = 50 [\Omega]$ (ダイポールモデル換算で $100 [\Omega]$)、素子間隔 $d = 0.15 \lambda$ とした場合の、フェージング劣化の累積確率分布 (CDF 曲線) を示す。リアクタンス値は $0 [\Omega]$ と $50 [\Omega]$ の2状態に交互に切り替えて制御する。図24のグラフの縦軸は、到来波1波あたりの信号電力 $a_0 a_0^*$ を基準とした、ダイバシティ受信信号電力が横軸の dB 表示値を超える事象の累積確率 (CDF 値) である。比較のため、等振幅の2つの到来波が存在するモデルにおける無指向性の単一アンテナ装置のフェージング CDF の理論値 (次式参照。) を図24に点線で示す。

【0071】

【数24】

$$\frac{P}{a_0 a_0^*} = 2 + 2 \cos \left\{ \text{prob} \left(yy^* \geq P \right) \pi \right\}$$

【0072】

ここで、 $\text{prob} (yy^* \geq P)$ は受信信号電力 yy^* が P 以上となる確率である。特に、深いフェージングが発生している領域、すなわち

【数25】

$$\text{prob} (yy^* \geq P) \ll 1/\pi$$

の領域では、次式が漸近線となる。

【0073】

【数 26】

$$P = p^2 \pi^2 a_0 a_0^*$$

【0074】

図 24 から明らかなように、3 素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置は、単一アンテナに比べて、CDF 90%値で 5 dB のダイバシティ利得 301 が得られ、CDF 99%値で約 10 dB のダイバシティ利得 302 が得られることがわかる。また、20 dB のフェージング劣化が発生する確率も約 0.5% に低減し、30 dB では約 0.07% と、単一アンテナに対して大きく低減している。

【0075】

図 24 において、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率である CDF 値が例えば 90% 又は 99% などの所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となりかつ入力インピーダンス Z_{in} が実質的に変化しないような第 1 及び第 2 のリアクタンス値セットを選択して設定することがより好ましい。さらに、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率である CDF 値が例えば 90% 又は 99% などの所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように第 1 及び第 2 のリアクタンス値セットを選択して設定することが最も好ましい。

【0076】

次に、素子間隔とダイバシティ利得の関係を図 25 に示す。CDF 90%値ならびに CDF 99%値ともに、素子間隔 $0.1\lambda \sim 0.35\lambda$ の範囲内では素子間隔と得られるダイバシティ利得との間に大きな依存性がない。このことは、3 素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置の実装設計において、公差を厳しく設定する必要がないことを意味する。

【0077】

以上説明したように、本実施形態に係る 3 素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置により、リアクタンス値切り替えによるアンテナ入力インピーダンスの変化を押さえられることが確認できた。リアクタンスを 2 状態に制御するアルゴリズムで、等振幅 2 波モデルにおけるダイバシティ利得を算出した。単一アンテナに対して、累積確率分布 90%値で約 5 dB、99%値で約 10 dB のダイバシ

テイ利得が得られることがわかった。素子間隔 $0.1\lambda \sim 0.35\lambda$ の範囲内において得られるダイバシティ利得に大きな差はないため、実装の公差を厳しくする必要がなく、コスト面の点でも有利であることがわかった。

【0078】

すなわち、アンテナ素子間隔には強く依存しないので、アンテナ装置を実装するときに機械的公差を厳密に正確にする必要がなく、折りたたみ展開式構造や柔軟弾性素材によるアンテナ装置の実装にも有効である。このアレーアンテナの制御装置はハードウェア構成が簡易で、かつ、単純な1ビットバイナリ制御で大きなフェージング改善効果が得られるので、ラップトップ端末装置やPCカードなどの民生コンシューマ端末装置に搭載できるダイバシティアンテナとして用いることができる。

【0079】

さらに、電子制御導波器アレーアンテナ装置の可変リアクタンス素子は、例えば、安価な可変容量ダイオードで構成されるので、1つの励振素子と2つの非励振素子とを備えた電子制御導波器アレーアンテナ装置は、単極双投RFスイッチによる従来の2素子選択式ダイバシティアンテナに比べて低コストとなる。また、可変容量ダイオードは常に逆バイアスで動作するので、PINダイオードスイッチのようなオン時の直流電流消費が無い。FETスイッチに比べても、可変容量ダイオードは低コストかつ低損失である。さらに、電子制御導波器アレーアンテナ装置はアンテナ素子間隔を比較的狭くしても動作することからアンテナ装置全体を小型化できる。

【0080】

以上の実施形態においては、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置について説明しているが、本発明はこれに限らず、1本の励振素子と、偶数本の非励振素子を備える電子制御導波器アレーアンテナ装置であってもよい。すなわち、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置は、送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れて設けられた偶数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された偶数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させ

ることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置であるアレーアンテナの指向特性を変化させるものである。ここで、上記偶数本の非励振素子は、少なくとも1本の第1の組の非励振素子と、少なくとも1本の第2の組の非励振素子とからなり、上記偶数個の可変リアクタンス素子は、上記第1の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第1の組の可変リアクタンス素子と、上記第2の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第2の組の可変リアクタンス素子とからなる。そして、アンテナコントローラ10は、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第1のリアクタンス値セットを設定する第1の場合と、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第2のリアクタンス値セットを設定する第2の場合とのうち、上記第1と第2の場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に設定するように構成してもよい。

【0081】

<第1の変形例>

図26は、本発明に係る第1の変形例の電子制御導波器アレーアンテナ装置を示す平面図である。図26において、各非励振素子A1, A2, A3, A4は励振素子A0を中心として半径dの円周15上にあり、非励振素子A2と、励振素子A0と、非励振素子A1とを一直線上に並置してなり、しかも非励振素子A3と、励振素子A0と、非励振素子A4とを一直線上に並置し、アンテナ素子A3, A0, A1により成される角度 θ 及びアンテナ素子A2, A0, A4により成される角度 θ を直角に設定している。なお、各アンテナ素子A0-A4は接地導体11上であって、電氣的に絶縁されるように立設されている。ここで、例えば、非励振素子A1, A3を第1の組の非励振素子とし、非励振素子A2, A4を第2の組の非励振素子としたとき、非励振素子A1, A3にそれぞれ接続される可変リアクタンス素子12-1, 12-3を第1の組の可変リアクタンス素子と

し、非励振素子A 2, A 4にそれぞれ接続される可変リアクタンス素子12-2, 12-4を第2の組の可変リアクタンス素子とする。ここで、アンテナコントローラ10は、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第1のリアクタンス値セット(X a, X b)を設定する第1の場合(第1の組の可変リアクタンス素子に属する各可変リアクタンス素子に対してリアクタンス値X aを設定し、第2の組の可変リアクタンス素子に属する各可変リアクタンス素子に対してリアクタンス値X bを設定する。)と、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第2のリアクタンス値セット(X b, X a)を設定する第2の場合(第1の組の可変リアクタンス素子に属する各可変リアクタンス素子に対してリアクタンス値X bを設定し、第2の組の可変リアクタンス素子に属する各可変リアクタンス素子に対してリアクタンス値X aを設定する。)とのうち、上記第1と第2の場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に設定する。なお、上記第2のリアクタンス値セットは、(X c, X d)であってもよい。さらに、上記の変形例において、 $\theta = 90$ 度としているが、本発明はこれに限らず、 $0 < \theta < 180$ [度]であってもよい。

【0082】

<第2の変形例>

図27は本発明に係る第2の変形例である電子制御導波器アレーアンテナ装置の平面図である。図27において、3本の非励振素子A 1, A 2, A 3は励振素子A 0を中心として半径dの円周15上にあり、互いに 120° の角度だけ離間して設けられ、3本の非励振素子A 1, A 2, A 3の位置の点を仮想的に上記中心を通過しない直線で結んだとき正三角形を形成する。なお、3本の非励振素子A 1, A 2, A 3にはそれぞれ可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3が装荷されて、その他の構成は上述の実施形態と同様である。

【0083】

以上のように構成された電子制御導波器アレーアンテナ装置において、上述の実施形態及び第1の変形例と同様に、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないような、可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3に対するリアクタンス値セット (X_a , X_b , X_c) を設定することが可能である。ここで、非励振素子A1, A2, A3は励振素子A0を中心として対称な位置に配置されているので、可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3に対するリアクタンス値セット (X_a , X_b , X_c) の設定を、別のリアクタンス値セット (X_b , X_c , X_a) 又は (X_c , X_a , X_b) のごとく、各リアクタンス値を循環させて設定しても励振素子A0の給電ポートからアンテナ装置側を見たときの入力インピーダンスは変化しない。従って、アンテナコントローラ10は、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上述のごとく各リアクタンス値を循環して得られた上記3組のリアクタンス値セット (X_a , X_b , X_c), (X_b , X_c , X_a), (X_c , X_a , X_b) をそれぞれ設定する3つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3に設定する。これにより、各可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3に対して設定するリアクタンス値セットを変化させた場合であっても、所定値以上のダイバシティを得ることができ、しかも入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

【0084】

<第3の変形例>

図28は本発明に係る第3の変形例である電子制御導波器アレーアンテナ装置の平面図である。図28において、4本の非励振素子A1, A2, A3, A4は励振素子A0を中心として半径dの円周15上にあり、互いに90°の角度だけ離間して設けられ、4本の非励振素子A1, A2, A3, A4の位置の点を仮想的に上記中心を通過しない直線で結んだとき正方形（正四角形）を形成する。な

お、4本の非励振素子A1, A2, A3, A4にはそれぞれ可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3, 12-4が装荷されて、その他の構成は上述の実施形態や変形例と同様である。

【0085】

以上のように構成された電子制御導波器アレーアンテナ装置において、上述の実施形態及び変形例と同様に、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないような、可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3, 12-4に対するリアクタンス値セット(X_a , X_b , X_c , X_d)を設定することが可能である。ここで、非励振素子A1, A2, A3, A4は励振素子A0を中心として対称な位置に配置されているので、可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3, 12-4に対するリアクタンス値セット(X_a , X_b , X_c , X_d)の設定を、別のリアクタンス値セット(X_b , X_c , X_d , X_a)、(X_c , X_d , X_a , X_b)又は(X_d , X_a , X_b , X_c)のごとく、各リアクタンス値を循環させて設定しても励振素子A0の給電ポートからアンテナ装置側を見たときの入力インピーダンスは変化しない。従って、アンテナコントローラ10は、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上述のごとく各リアクタンス値を循環して得られた上記4組のリアクタンス値セット(X_a , X_b , X_c , X_d)、(X_b , X_c , X_d , X_a)、(X_c , X_d , X_a , X_b)又は(X_d , X_a , X_b , X_c)をそれぞれ設定する4つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3, 12-4に設定する。これにより、各可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3, 12-4に対して設定するリアクタンス値セットを変化させた場合であっても、所定値以上のダイバシティを得ることができ、しかも入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

【0086】

＜第 2 及び第 3 の変形例に係る発明＞

第 2 の変形例では、正三角形の各頂点の位置に励振素子 A 0 を中心として 3 本の非励振素子 A 1, A 2, A 3 を対称的に配置し、第 3 の変形例では、正方形の各頂点の位置に励振素子 A 0 を中心として 4 本の非励振素子 A 1, A 2, A 3, A 4 を対称的に配置している。以上の 2 つの変形例を拡張して、正多角形の各頂点の位置に励振素子 A 0 を中心として複数 N 本の非励振素子 A 1 乃至 A N を対称的に配置してもよい。このとき、アンテナコントローラ 10 は、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないように、各リアクタンス値を循環して得られた N 組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する N つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となる時のリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子 12-1 乃至 12-N に設定する。これにより、各可変リアクタンス素子 12-1 乃至 12-N に対して設定するリアクタンス値セットを変化させた場合であっても、所定値以上のダイバシティを得ることができ、しかも入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

【0087】

なお、この発明においても、上述の実施形態と同様に、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率である CDF 値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように複数のリアクタンス値セットを設定してもよい。また、上述の実施形態と同様に、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率である CDF 値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように複数のリアクタンス値セットを設定してもよい。

【0088】

＜第 4 の変形例＞

図 29 は本発明に係る第 4 の変形例である電子制御導波器アレーアンテナ装置の平面図である。図 29 において、3 本の非励振素子 A 1, A 2, A 3 は励振素

子A0を中心として半径dの円周15上にあり、非励振素子A1と非励振素子A2との間で角度 $180 - \theta_1$ ($0 < \theta_1 < 180$)度だけ離間して設けられ、非励振素子A1と非励振素子A3との間で角度 $180 - \theta_1$ 度だけ離間して設けられ、非励振素子A2と非励振素子A3との間で角度 $2\theta_1$ 度だけ離間して設けられている。このとき、3本の非励振素子A1, A2, A3の位置の点を仮想的に上記中心を通過しない直線で結んだとき二等辺三角形を形成し、非励振素子A2とA3は、非励振素子A1から励振素子A0を通過して延在する線LA1(対称線といい、対称線LA1が上記円周15と交差する点を交差点SA1とする。)を対称軸として線対称の位置に設けられている。なお、3本の非励振素子A1, A2, A3にはそれぞれ可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3が装荷されて、その他の構成は上述の実施形態と同様である。

【0089】

以上のように構成された電子制御導波器アレーアンテナ装置において、上述の実施形態及び変形例と同様に、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないような、可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3に対するリアクタンス値セット(Xa, Xb, Xc)を設定することが可能である。ここで、非励振素子A2, A3は対称線LA1を対称軸として線対称の位置に設けられているので、可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3に対するリアクタンス値セット(Xa, Xb, Xc)の設定を、別のリアクタンス値セット(Xa, Xc, Xb)のごとく、可変リアクタンス素子12-2, 12-3の各リアクタンス値を入れ替えても励振素子A0の給電ポートからアンテナ装置側を見たときの入力インピーダンスは変化しない。従って、アンテナコントローラ10は、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上述のごとく入れ替えて得られた上記2組のリアクタンス値セット(Xa, Xb, Xc), (Xa, Xc, Xb)をそれぞれ設定する2つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セッ

トを選択して各可変リアクタンス素子 12-1, 12-2, 12-3 に設定する。これにより、各可変リアクタンス素子 12-1, 12-2, 12-3 に対して設定するリアクタンス値セットを変化させた場合であっても、所定値以上のダイバシティを得ることができ、しかも入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

【0090】

<第5の変形例>

図30は本発明に係る第5の変形例である電子制御導波器アレーアンテナ装置の平面図である。この第5の変形例に係る電子制御導波器アレーアンテナ装置は、図29の第4の変形例に比較して、図29の交差点SA1の位置に、可変リアクタンス素子 12-4 が装荷された非励振素子A4をさらに設けたことを特徴としている。

【0091】

以上のように構成された電子制御導波器アレーアンテナ装置において、上述の第4の変形例と同様に、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないような、可変リアクタンス素子 12-1, 12-2, 12-3, 12-4 に対するリアクタンス値セット (Xa, Xb, Xc, Xd) を設定することが可能である。ここで、非励振素子A2, A3は対称線LA1を対称軸として線対称の位置に設けられているので、可変リアクタンス素子 12-1, 12-2, 12-3, 12-4 に対するリアクタンス値セット (Xa, Xb, Xc, Xd) の設定を、別のリアクタンス値セット (Xa, Xc, Xb, Xd) のごとく、可変リアクタンス素子 12-2, 12-3 の各リアクタンス値を入れ替えても励振素子A0の給電ポートからアンテナ装置側を見たときの入力インピーダンスは変化しない。従って、アンテナコントローラ10は、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上述のごとく入れ替えて得られた上記2組のリアクタンス値セット (Xa, Xb, Xc, Xd), (Xa, Xc, Xb, Xd) をそれぞれ設定する

2つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となる時のリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3, 12-4に設定する。これにより、各可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3, 12-4に対して設定するリアクタンス値セットを変化させた場合であっても、所定値以上のダイバシティを得ることができ、しかも入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

【0092】

<第6の変形例>

図31は本発明に係る第6の変形例である電子制御導波器アレーアンテナ装置の平面図である。図31において、5本の非励振素子A1, A2, A3, A4, A5は励振素子A0を中心として半径dの円周15上にあり、非励振素子A1と非励振素子A2との間及び非励振素子A1と非励振素子A5との間でそれぞれ角度 $180 - \theta_1$ ($0 < \theta_2 < \theta_1 < 180$)度だけ離間して設けられ、ここで、対称線LA1と、励振素子A0の位置と非励振素子A2の位置とを結ぶ線との間の角度を所定の角度 θ_1 で設定され、対称線LA1と、励振素子A0の位置と非励振素子A5の位置とを結ぶ線との間の角度を所定の角度 θ_1 で設定される。また、対称線LA1と、励振素子A0の位置と非励振素子A3の位置とを結ぶ線との間の角度を所定の角度 θ_2 で設定され、対称線LA1と、励振素子A0の位置と非励振素子A4の位置とを結ぶ線との間の角度を所定の角度 θ_2 で設定される。このとき、3本の非励振素子A1, A2, A5の位置の点を仮想的に上記中心を通過しない直線で結んだとき二等辺三角形を形成し、非励振素子A2とA5は、対称線LA1を対称軸として線対称の位置に設けられている。また、3本の非励振素子A1, A3, A4の位置の点を仮想的に上記中心を通過しない直線で結んだとき二等辺三角形を形成し、非励振素子A3とA4は、対称線LA1を対称軸として線対称の位置に設けられている。なお、5本の非励振素子A1乃至A5にはそれぞれ可変リアクタンス素子12-1乃至12-5が装荷されて、その他の構成は上述の実施形態と同様である。

【0093】

以上のように構成された電子制御導波器アレーアンテナ装置において、上述の実施形態及び変形例と同様に、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないような、可変リアクタンス素子 12-1 乃至 12-5 に対するリアクタンス値セット (X_a, X_b, X_c, X_d, X_e) を設定することが可能である。ここで、非励振素子 A 2, A 5 は対称線 L A 1 を対称軸として線対称の位置に設けられ、非励振素子 A 3, A 4 は対称線 L A 1 を対称軸として線対称の位置に設けられているので、可変リアクタンス素子 12-1 乃至 12-5 に対するリアクタンス値セット (X_a, X_b, X_c, X_d, X_e) の設定を、別のリアクタンス値セット (X_a, X_e, X_c, X_d, X_b) のごとく、可変リアクタンス素子 12-2, 12-5 の各リアクタンス値を入れ替えてもよいし、また、別のリアクタンス値セット (X_a, X_b, X_d, X_c, X_e) のごとく、可変リアクタンス素子 12-3, 12-4 の各リアクタンス値を入れ替えてもよいし、さらには、さらに別のリアクタンス値セット (X_a, X_e, X_c, X_d, X_b) のごとく、可変リアクタンス素子 12-2, 12-5 の各リアクタンス値を入れ替えかつ可変リアクタンス素子 12-3, 12-4 の各リアクタンス値を入れ替えてもよい。すなわち、対称線を対称軸として線対称の位置に設けられた各 1 対の非励振素子に装荷された可変リアクタンス素子のリアクタンス値セットのうちの少なくとも 1 対の非励振素子に装荷された可変リアクタンス素子のリアクタンス値セットを互い入れ替えてもよい。このように設定しても、励振素子 A 0 の給電ポートからアンテナ装置側を見たときの入力インピーダンスは変化しない。従って、アンテナコントローラ 10 は、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上述のごとく入れ替えて得られた上記 4 組のリアクタンス値セット (X_a, X_b, X_c, X_d, X_e), (X_a, X_e, X_c, X_d, X_b), (X_a, X_b, X_d, X_c, X_e), (X_a, X_e, X_c, X_d, X_b) をそれぞれ設定する 4 つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子

12-1乃至12-5に設定する。これにより、各可変リアクタンス素子12-1乃至12-5に対して設定するリアクタンス値セットを変化させた場合であっても、所定値以上のダイバシティを得ることができ、しかも入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

【0094】

<第7の変形例>

図32は本発明に係る第7の変形例である電子制御導波器アレーアンテナ装置の平面図である。この第7の変形例に係る電子制御導波器アレーアンテナ装置は、図31の第6の変形例に比較して、図31の交差点SA1の位置に、可変リアクタンス素子12-6が装荷された非励振素子A6をさらに設けたことを特徴としている。この場合においても、第4の変形例と第5の変形例との関係と同様に、非励振素子A1、A6に装荷される可変リアクタンス素子12-1、12-6のリアクタンス値を固定するが、他の可変リアクタンス素子のリアクタンス値を第6の変形例のごとく設定することにより、各可変リアクタンス素子12-1乃至12-5に対して設定するリアクタンス値セットを変化させた場合であっても、所定値以上のダイバシティを得ることができ、しかも入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

【0095】

<第4乃至第7の変形例に係る発明>

第4及び第5の変形例では、二等辺三角形の底辺側の2つの頂点の位置に対称線LA1を対称軸として非励振素子A2、A3が線対称で配置されている。また、第6及び第7の変形例では、二等辺三角形の底辺側の2つの頂点の位置に対称線LA1を対称軸として非励振素子A2、A5が線対称で配置され、さらに、対称線LA1を対称軸として非励振素子A3、A4が線対称で配置されている。さらに、第5及び第7の変形例では、対称線LA1の交差点SA1の位置にそれぞれ、非励振素子A4又はA6がさらに設けられている。以上の4つの変形例及びそれらから変形された例では、1対又は2対の非励振素子が対称線LA1を対称軸として線対称で設けられているが、これを拡張して、3対以上の複数対の非励振素子を対称線LA1を対称軸として線対称で設けてもよい。このとき、アンテナ

ナコントローラ 10 は、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないように、線対称に設けられた少なくとも 1 対の非励振素子に装荷される可変リアクタンス素子の各リアクタンス値を入れ替えて得られた少なくとも 2 組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する少なくとも 2 つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定する。これにより、各可変リアクタンス素子に対して設定するリアクタンス値セットを変化させた場合であっても、所定値以上のダイバシティを得ることができ、しかも入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

【0096】

なお、この発明においても、上述の実施形態と同様に、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率である CDF 値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように複数のリアクタンス値セットを設定してもよい。また、上述の実施形態と同様に、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率である CDF 値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように複数のリアクタンス値セットを設定してもよい。

【0097】

以上の第 4 乃至第 7 の変形例において、非励振素子 A1 を設けなくても良く、ここで、他の非励振素子に装荷された可変リアクタンス素子のリアクタンス値の制御は上述の通り実行される。以上に説明した第 4 乃至第 7 の変形例及びそれらの変形例においては、励振素子 A0 の位置を通過する対称線 LA1 を対称軸として線対称で設けられた少なくとも 1 対の非励振素子を含み、上記対称線 LA1 上に位置し又は対称線 LA1 を対称軸として線対称で設けられた複数本の非励振素子を備えて電子制御導波器アレーアンテナ装置が構成され、アンテナコントローラ 10 は、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの

入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記線対称で設けられた少なくとも 1 対の非励振素子のリアクタンス値を入れ替えて得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する少なくとも 2 つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定する。これにより、各可変リアクタンス素子に対して設定するリアクタンス値セットを変化させた場合であっても、所定値以上のダイバシティを得ることができ、しかも入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

【0098】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明に係るアレーアンテナの制御装置又は方法によれば、3 素子以上の奇数個の素子を有する電子制御導波器アレーアンテナ装置において、偶数本の非励振素子は、少なくとも 1 本の第 1 の組の非励振素子と、少なくとも 1 本の第 2 の組の非励振素子とからなり、偶数個の可変リアクタンス素子は、上記第 1 の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第 1 の組の可変リアクタンス素子と、上記第 2 の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第 2 の組の可変リアクタンス素子とからなり、アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記第 1 及び第 2 の組の可変リアクタンス素子に対して第 1 のリアクタンス値セットを設定する第 1 の場合と、上記第 1 及び第 2 の組の可変リアクタンス素子に対して第 2 のリアクタンス値セットを設定する第 2 の場合とのうち、上記第 1 と第 2 の場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して上記第 1 及び第 2 の組の可変リアクタンス素子に設定する。従って、従来技術に比較して、ハードウェア構成がきわめて簡単であるとともに、きわめて簡単な制御でより大きなダイバシティ利得を得ることができる。また、上記アレーアンテナの入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。特に、マルチパスフェージングが存在するときのアンテナ利得を単純な 1 ビット制御で大きく改善する効果が得られるので、ラップトップ端末装置や PC カードなどの

民生コンシューマ端末装置に搭載可能なダイバシティアンテナを実現できる。また、本発明に係る 1 ビット制御では、可変リアクタンス素子を連続的に制御する従来技術において必要な制御電圧発生用 D/A コンバータが不要となるので、アンテナ装置のさらなる小型化と低コスト化が図れる。

【0099】

また、本発明に係るアレーアンテナの制御装置又は方法によれば、送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れてかつ互いに実質的に同一の角度間隔で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御装置であって、上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、各リアクタンス値を循環して得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する複数の場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定する。従って、従来技術に比較して、ハードウェア構成がきわめて簡単であるとともに、きわめて簡単な制御でより大きなダイバシティ利得を得ることができる。また、上記アレーアンテナの入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

【0100】

さらに、本発明に係るアレーアンテナの制御装置又は方法によれば、送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子の位置を通過する対称線を対称軸として線対称で設けられた少なくとも 1 対の非励振素子を含み、上記対称線上に位置し又は対称線を対称軸として線対称で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテ

ナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御装置であって、上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子のリアクタンス値を入れ替えて得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する少なくとも2つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定する、従って、従来技術に比較して、ハードウェア構成がきわめて簡単であるとともに、きわめて簡単な制御でより大きなダイバシティ利得を得ることができる。また、上記アレーアンテナの入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態に係るアレーアンテナの制御装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 図1のアレーアンテナ装置100の詳細構成を示す斜視図である。

【図3】 図2のA-A'線における縦断面図である。

【図4】 実施形態に係るアレーアンテナ装置における可変リアクタンス素子12-1, 12-2への制御電圧に対するリアクタンス値と入力インピーダンス値を示すグラフである。

【図5】 本発明に係る第2の実施形態であるアレーアンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図6】 図5の誘電体基板20の下部の詳細構成を示す斜視図である。

【図7】 本発明に係る第1の実装例である、携帯型パーソナルコンピュータ200に搭載された図4のアレーアンテナ装置を示す図である。

【図8】 本発明に係る第2の実装例である、PCカード211に搭載された図1のアレーアンテナ装置を示す図である。

【図9】 本発明に係る第3の実施形態であるアレーアンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図10】 図9のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 λ で正規化されたアンテナ素子間隔 d/λ に対する励振素子の自己アドミタンスの実数部 $\text{Re}(y_{00})$ を示すグラフである。

【図11】 図9のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 λ で正規化されたアンテナ素子間隔 d/λ に対する励振素子の自己アドミタンスの虚数部 $\text{Im}(y_{00})$ を示すグラフである。

【図12】 図9のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 λ で正規化されたアンテナ素子間隔 d/λ に対する非励振素子の自己アドミタンスの実数部 $\text{Re}(y_{11})$ を示すグラフである。

【図13】 図9のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 λ で正規化されたアンテナ素子間隔 d/λ に対する非励振素子の自己アドミタンスの虚数部 $\text{Im}(y_{11})$ を示すグラフである。

【図14】 図9のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 λ で正規化されたアンテナ素子間隔 d/λ に対する、励振素子と非励振素子との間の結合アドミタンスの実数部 $\text{Re}(y_{01})$ を示すグラフである。


【図15】 図9のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 λ で正規化されたアンテナ素子間隔 d/λ に対する、励振素子と非励振素子との間の結合アドミタンスの虚数部 $\text{Im}(y_{01})$ を示すグラフである。

【図16】 図9のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 λ で正規化されたアンテナ素子間隔 d/λ に対する、2つの非励振素子間の結合アドミタンスの実数部 $\text{Re}(y_{12})$ を示すグラフである。

【図17】 図9のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 λ で正規化されたアンテナ素子間隔 d/λ に対する、2つの非励振素子間の結合アドミタンスの虚数部 $\text{Im}(y_{12})$ を示すグラフである。

【図18】 本発明に係る第4の実施形態であるアレーアンテナ装置の構成を示すブロック図である。

【図19】 図18のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、可変リアクタンス素子12-2のリアクタンス値の半値 x_1 に対する、アレーアンテナ装置の入力インピーダンス Z_{in} の実数部 $\text{Re}(Z_{in})$ を示すグ



ラフである。

【図 20】 図 18 のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、可変リアクタンス素子 12-2 のリアクタンス値の半値 x_1 に対する、アレーアンテナ装置の入力インピーダンス Z_{in} の虚数部 $\text{Im}(Z_{in})$ を示すグラフである。

【図 21】 図 18 のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、振幅指向特性を示すグラフである。

【図 22】 図 18 のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、位相指向特性を示すグラフである。

【図 23】 実施例に係る 2 波到来環境モデルを示す平面図である。

【図 24】 図 18 のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、フェージング劣化の累積確率分布を示すグラフである。

【図 25】 図 18 のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 λ で正規化されたアンテナ素子間隔 d/λ に対する、ダイバシティ利得を示すグラフである。

【図 26】 本発明に係る第 1 の変形例であるアレーアンテナ装置の平面図である。

【図 27】 本発明に係る第 2 の変形例であるアレーアンテナ装置の平面図である。

【図 28】 本発明に係る第 3 の変形例であるアレーアンテナ装置の平面図である。

【図 29】 本発明に係る第 4 の変形例であるアレーアンテナ装置の平面図である。

【図 30】 本発明に係る第 5 の変形例であるアレーアンテナ装置の平面図である。

【図 31】 本発明に係る第 6 の変形例であるアレーアンテナ装置の平面図である。

【図 32】 本発明に係る第 7 の変形例であるアレーアンテナ装置の平面図である。

【図 3 3】 従来技術に係る 2 素子のアレーアンテナ装置の構成を示すブロック図である。

【図 3 4】 図 3 3 のアレーアンテナ装置における可変リアクタンス素子 12-1 への制御電圧に対するリアクタンス値 X_1 及び入力インピーダンス Z_{in} を示すグラフである。

【符号の説明】

A 0…励振素子、

A 1, A 2, A 3, A 4, A 5, A 6…非励振素子、

A 0 a, A 0 b, A 1 a, A 1 b, A 2 a, A 2 b…アンテナ素子、

D 1…可変容量ダイオード、

1…同軸ケーブル、

1 a…中心導体、

1 b…外部導体、

2…低雑音増幅器 (LNA)、

3…ダウンコンバータ (D/C)、

4…A/D変換器、

5-1, 5-2…ペアケーブル、

10…アンテナコントローラ、

11, 11 a…接地導体、

12-1乃至12-6…可変リアクタンス素子、

15…円周、

20…誘電体基板、

21, 22, 23, 24…電極、

25, 26…スルーホール導体、

100, 210…アレーアンテナ装置、

200…携帯型パーソナルコンピュータ、

201…上部筐体、

202…下部筐体、

203…PCカードスロット、

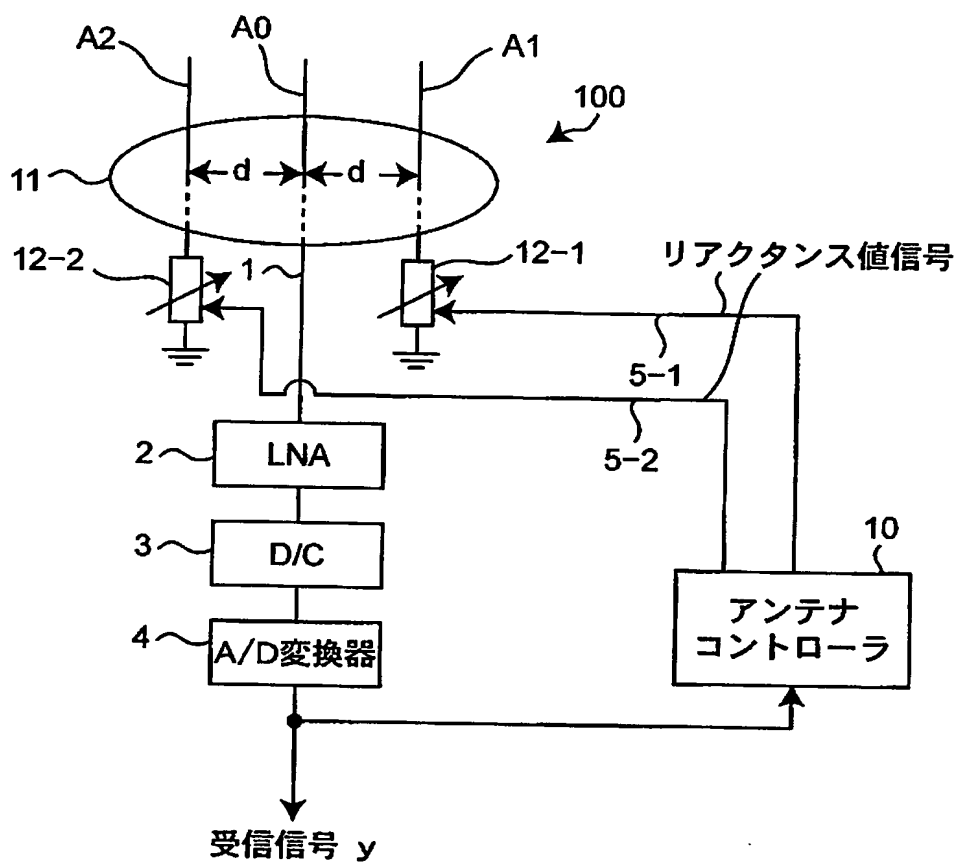


2 1 1...P C カード型アレーアンテナ装置、
3 0 1, 3 0 2...ダイバシティ利得。

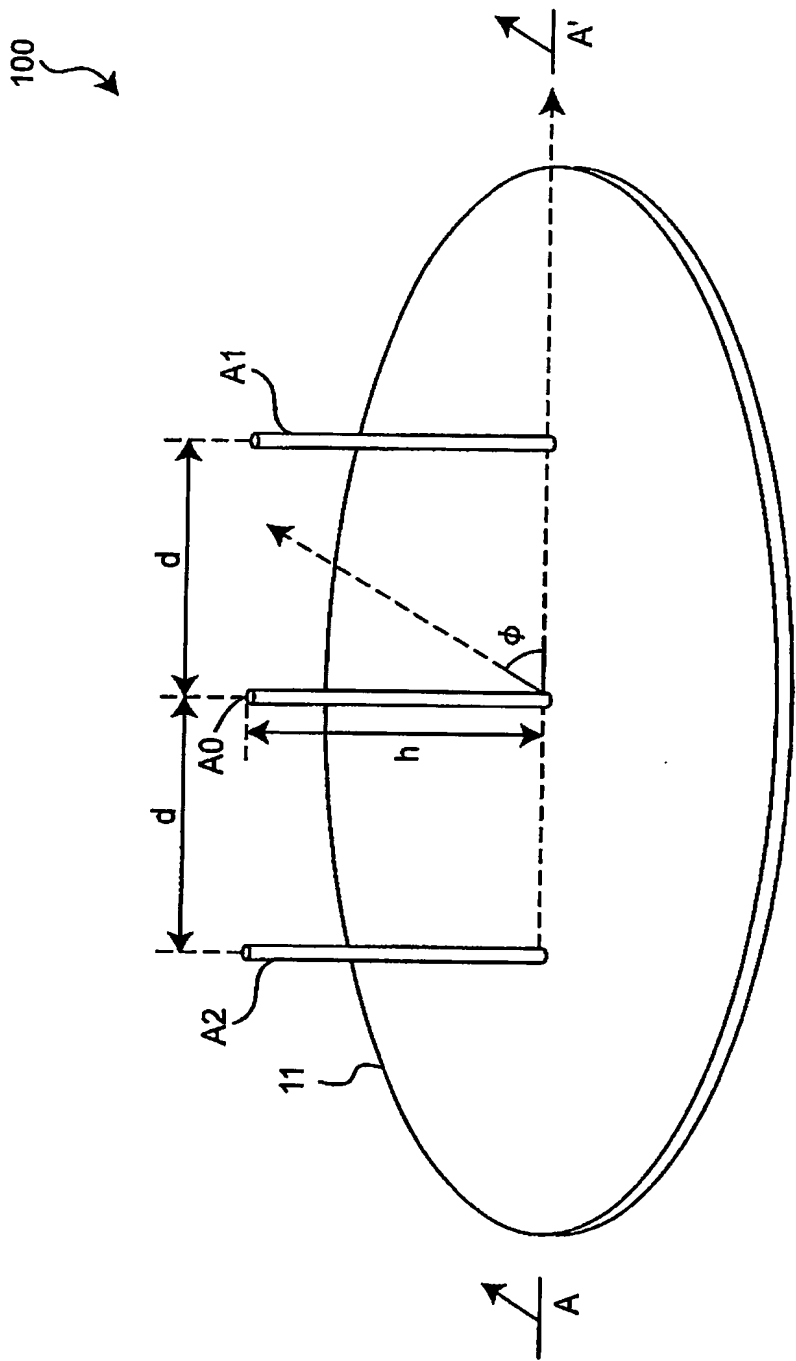
【書類名】 図面

【図 1】

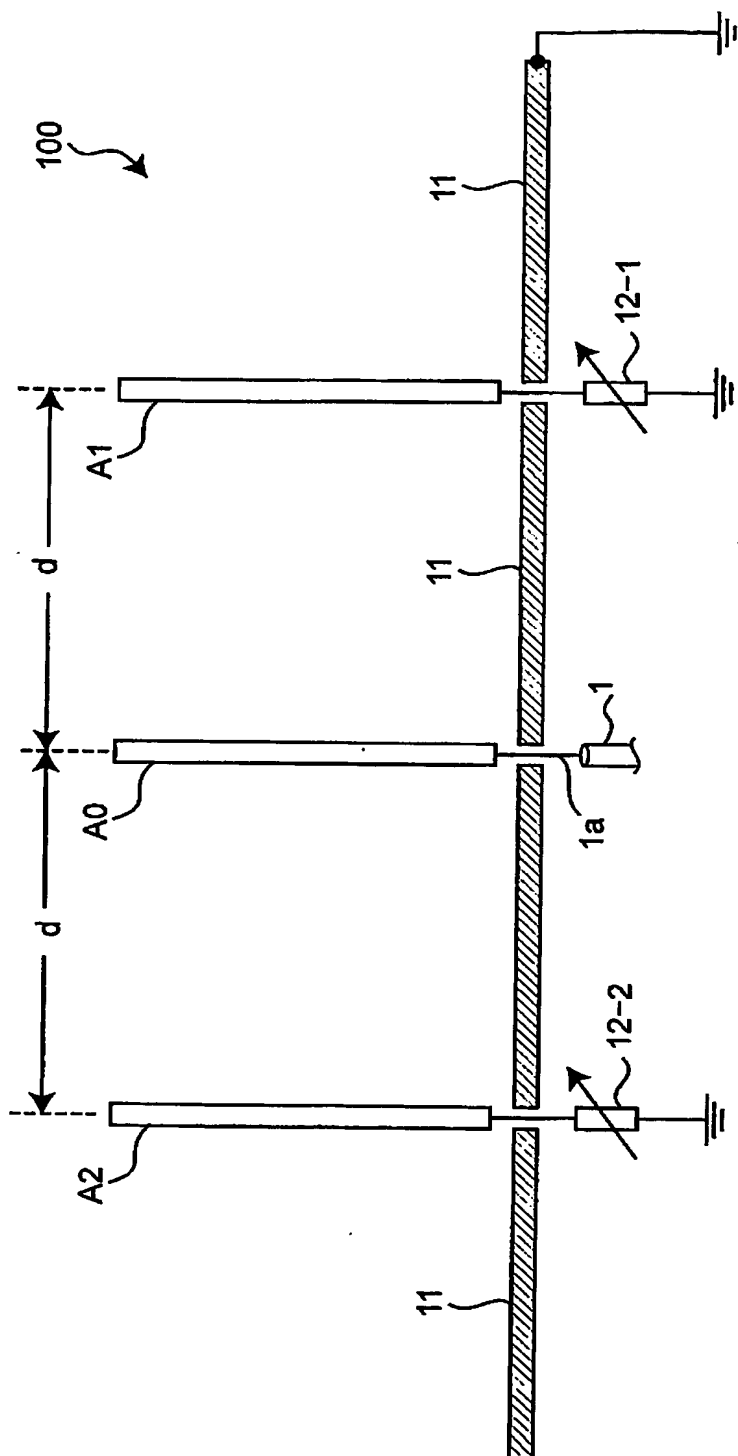
第 1 の実施形態



【図 2】



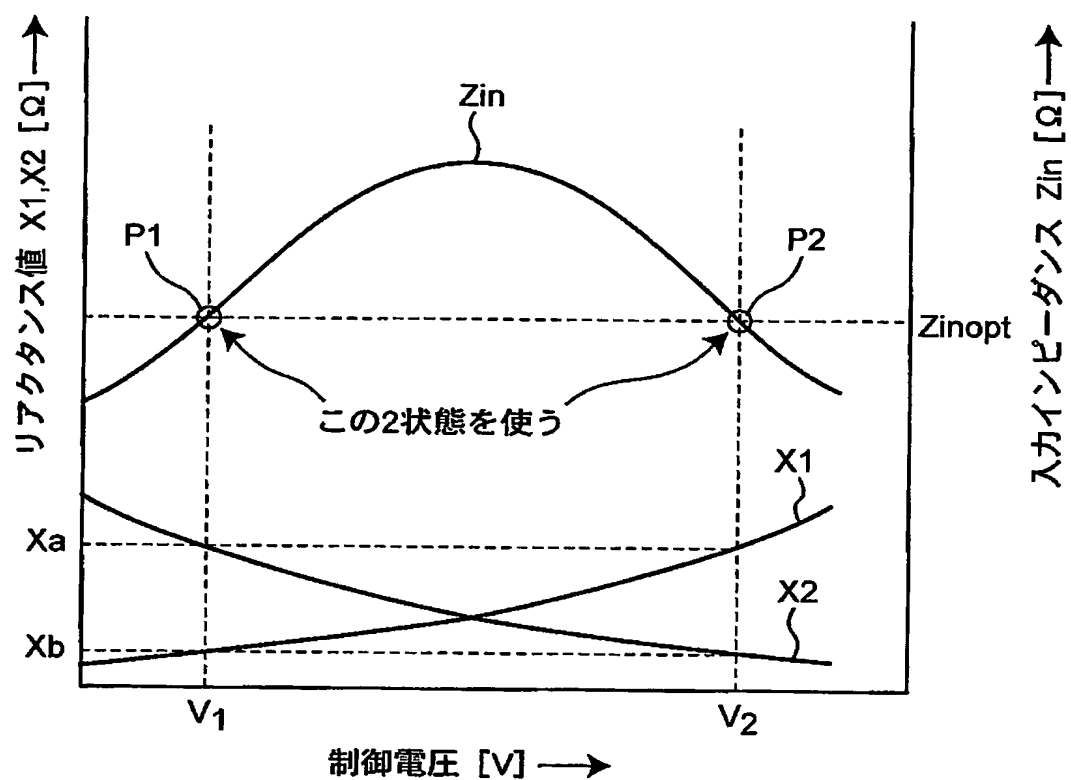
【図 3】





【図 4】

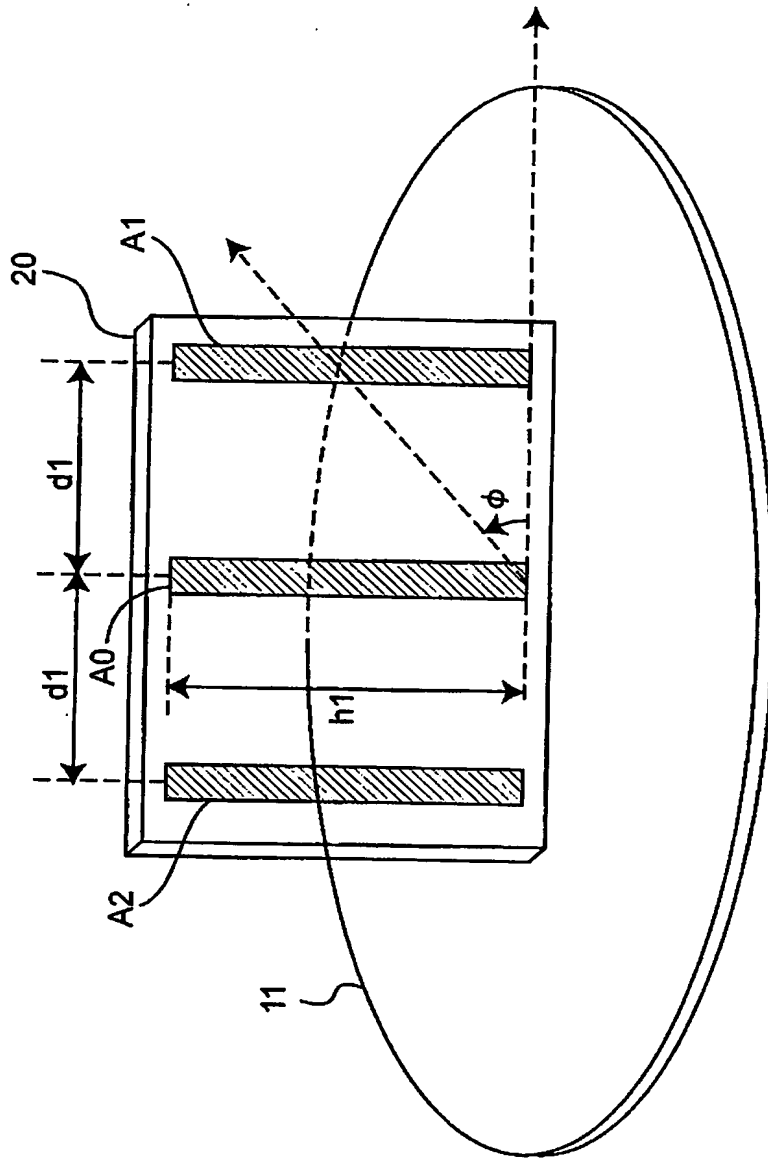
実施形態





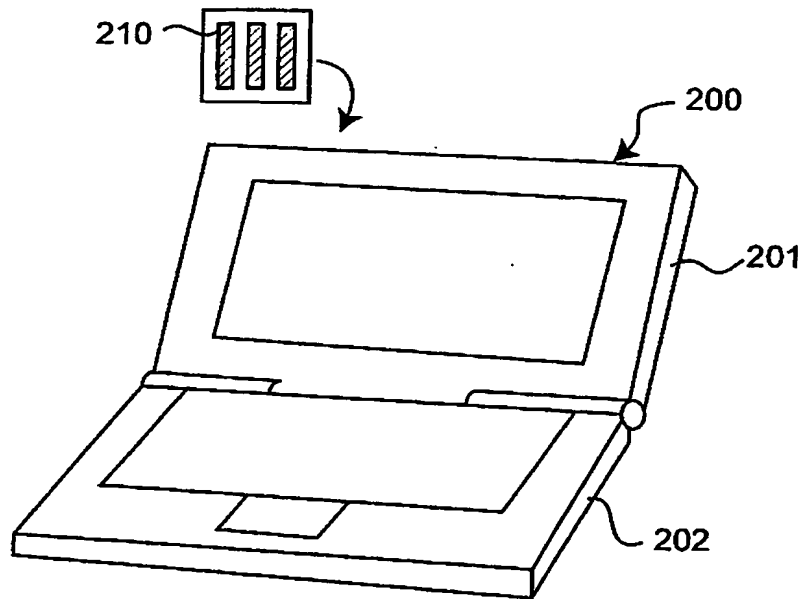
【図 5】

第 2 の実施形態



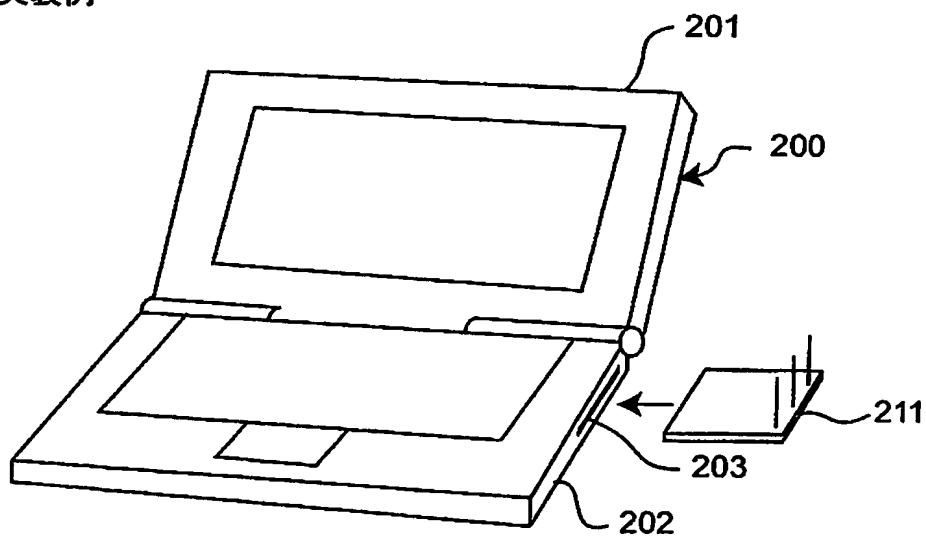
【図 7】

第 1 の実装例

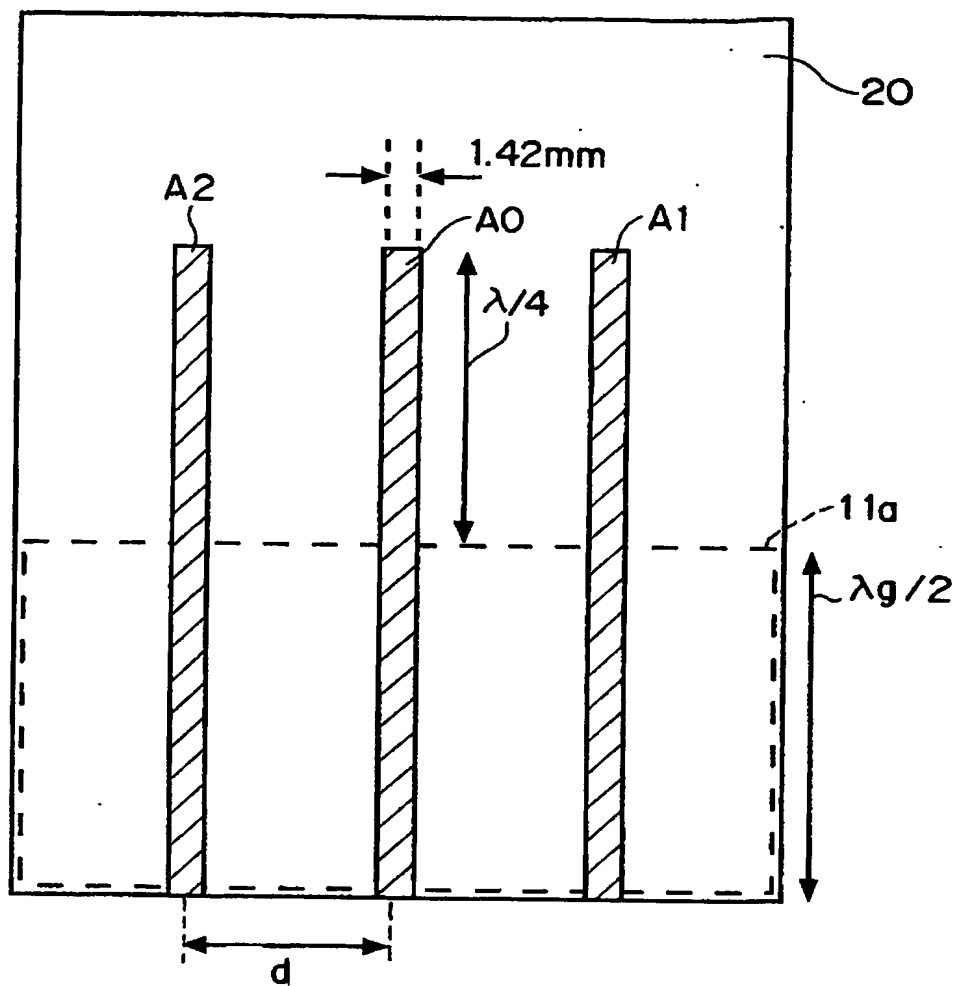


【図 8】

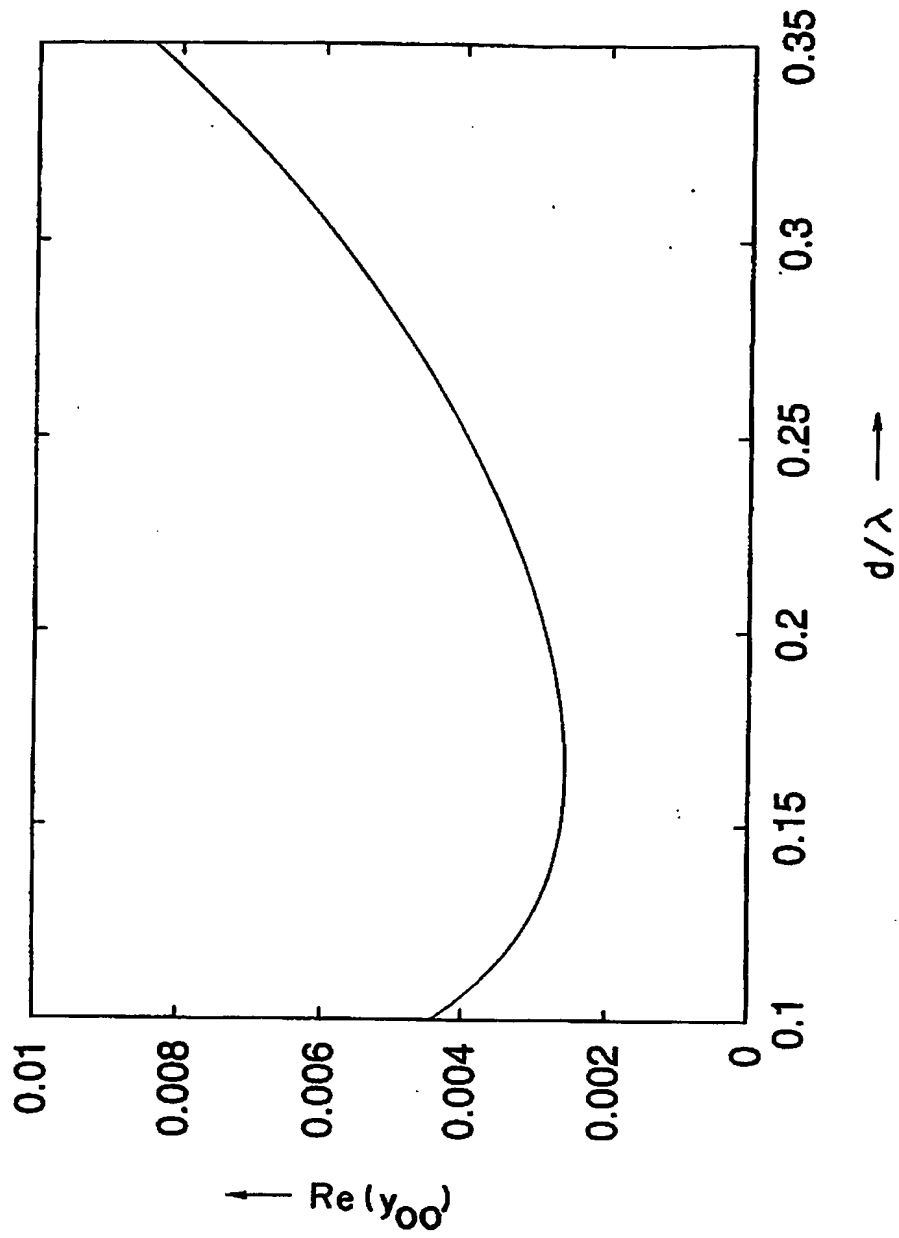
第 2 の実装例



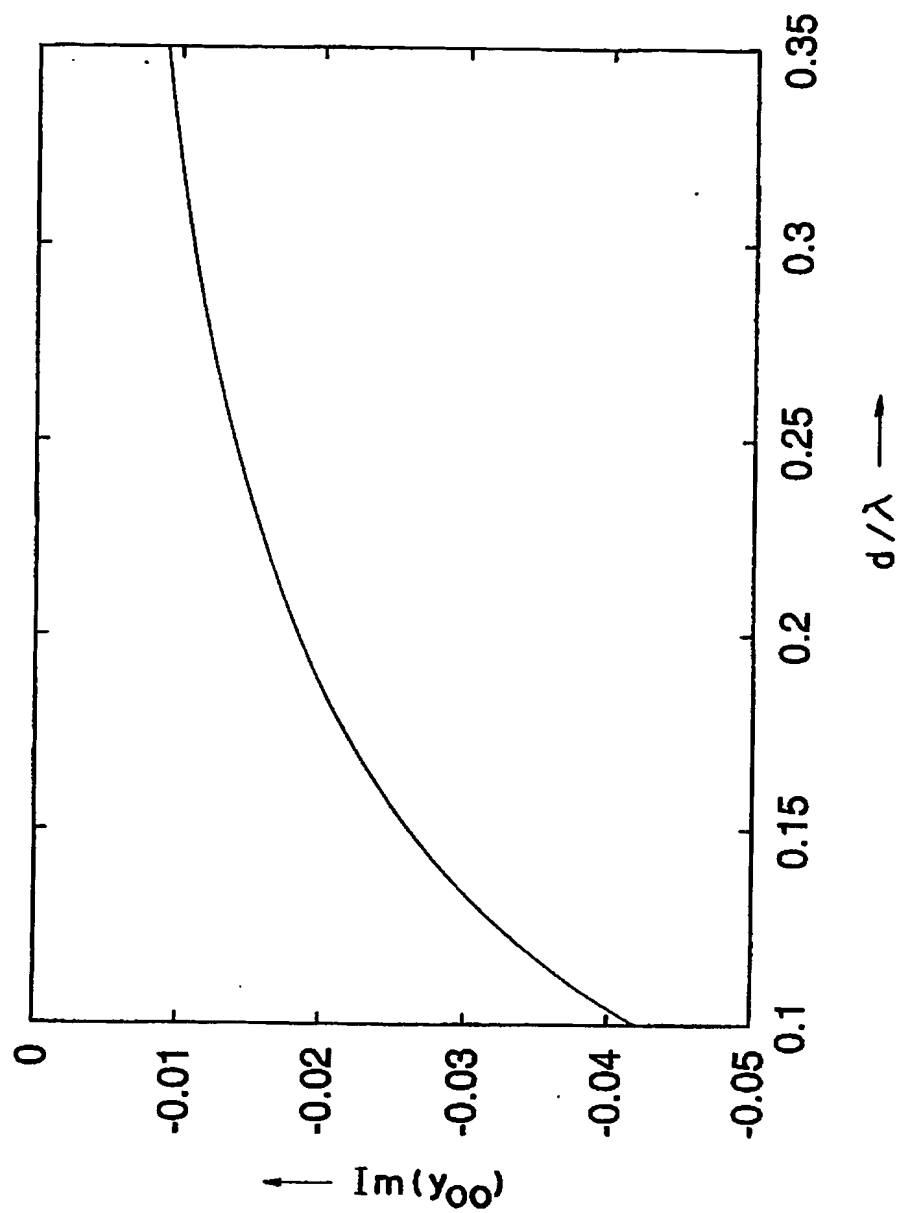
【図 9】



【図 10】

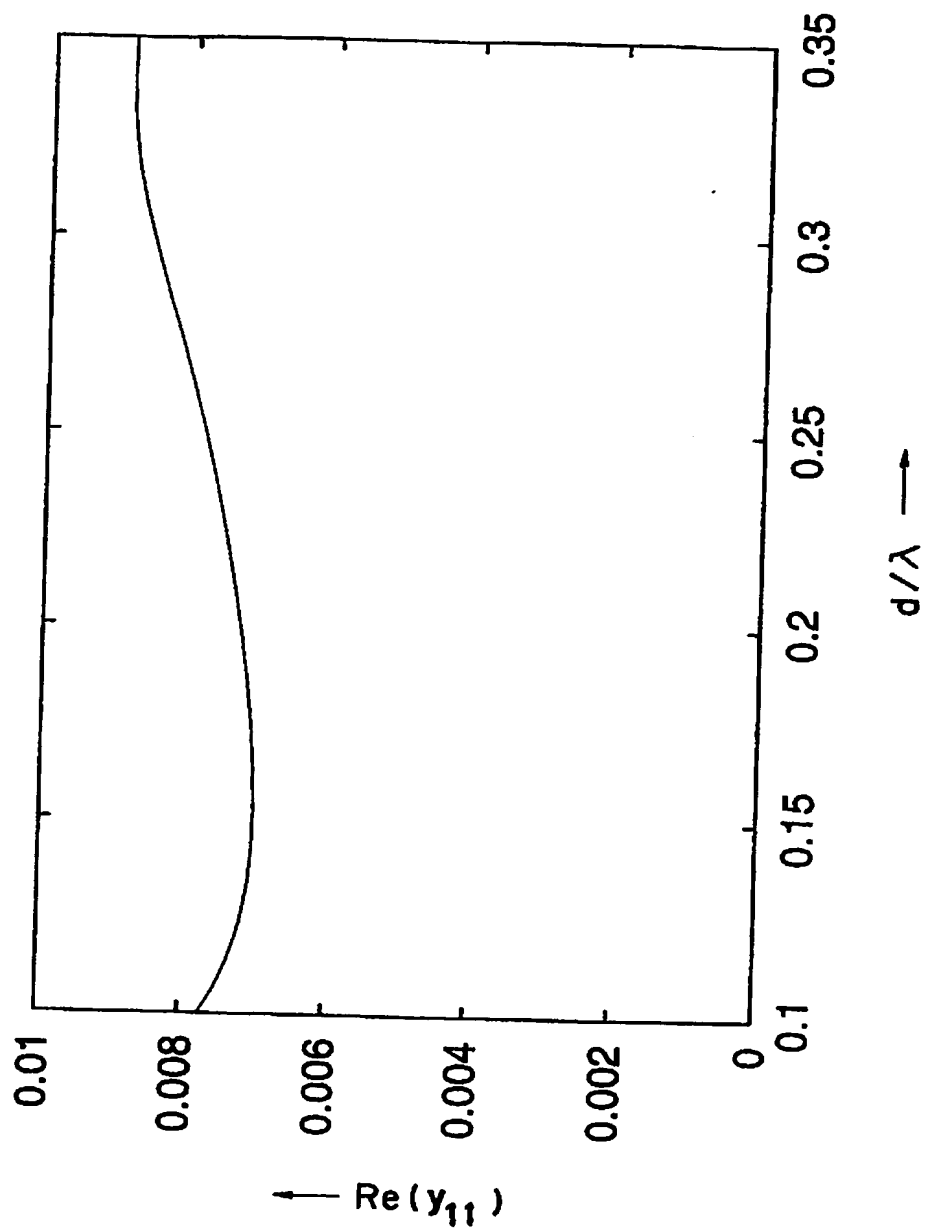


【図 11】

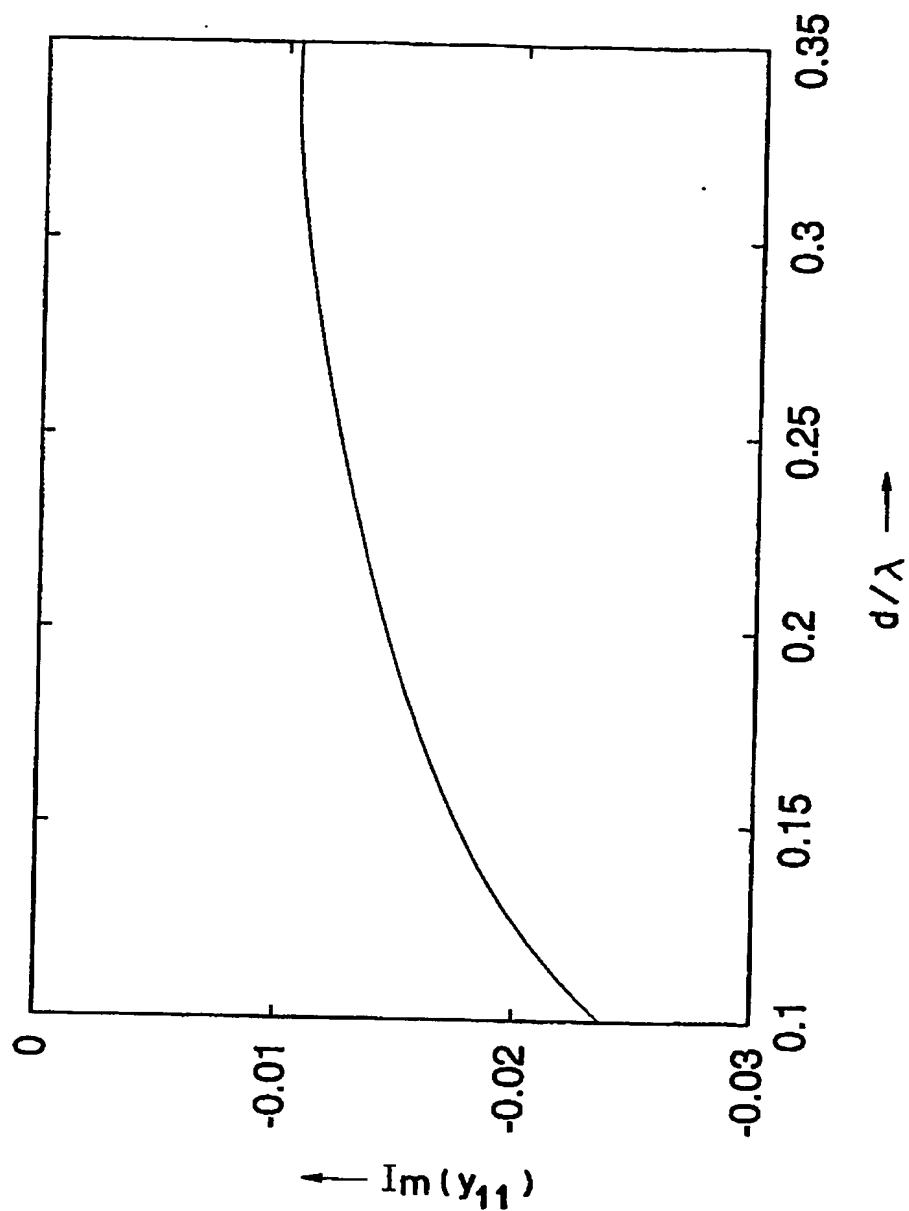




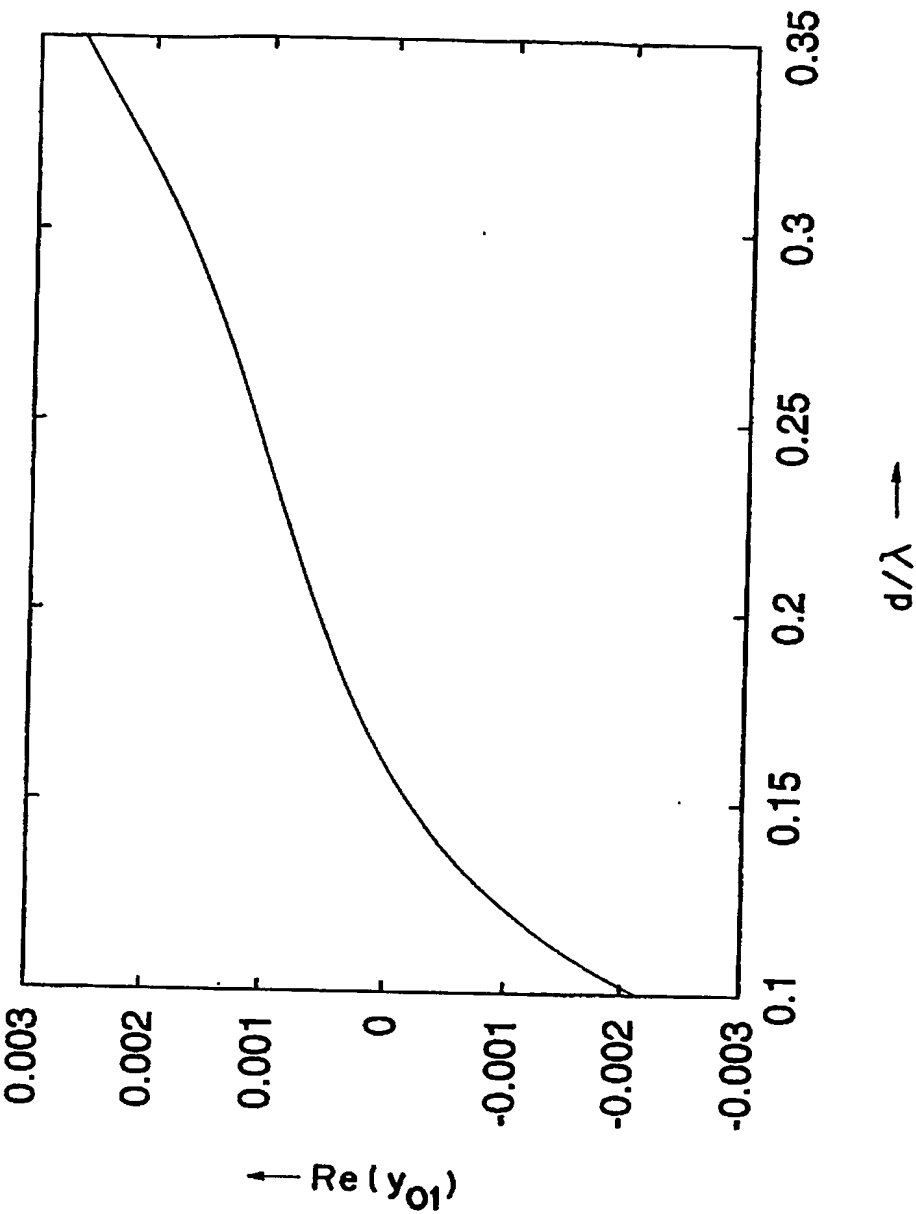
【図 12】



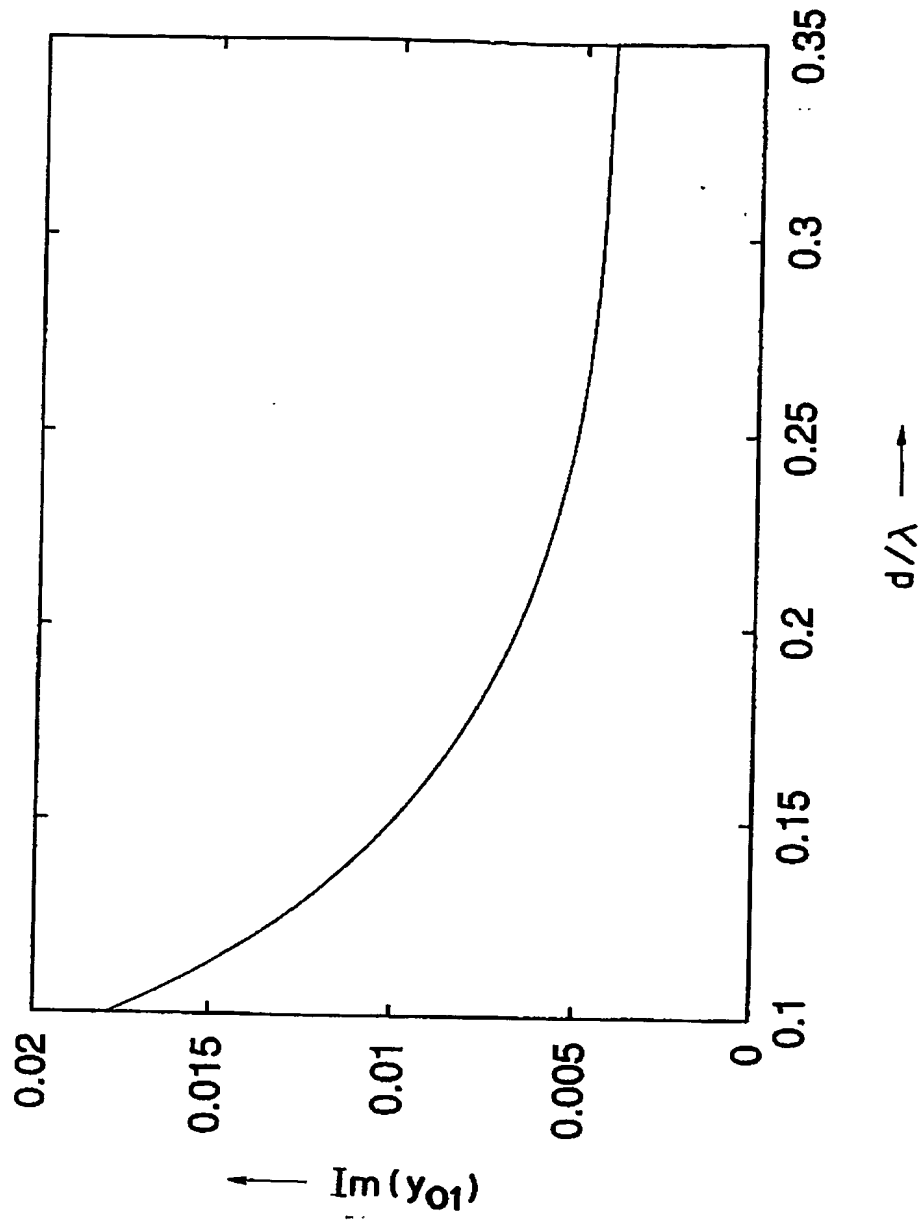
【図 13】



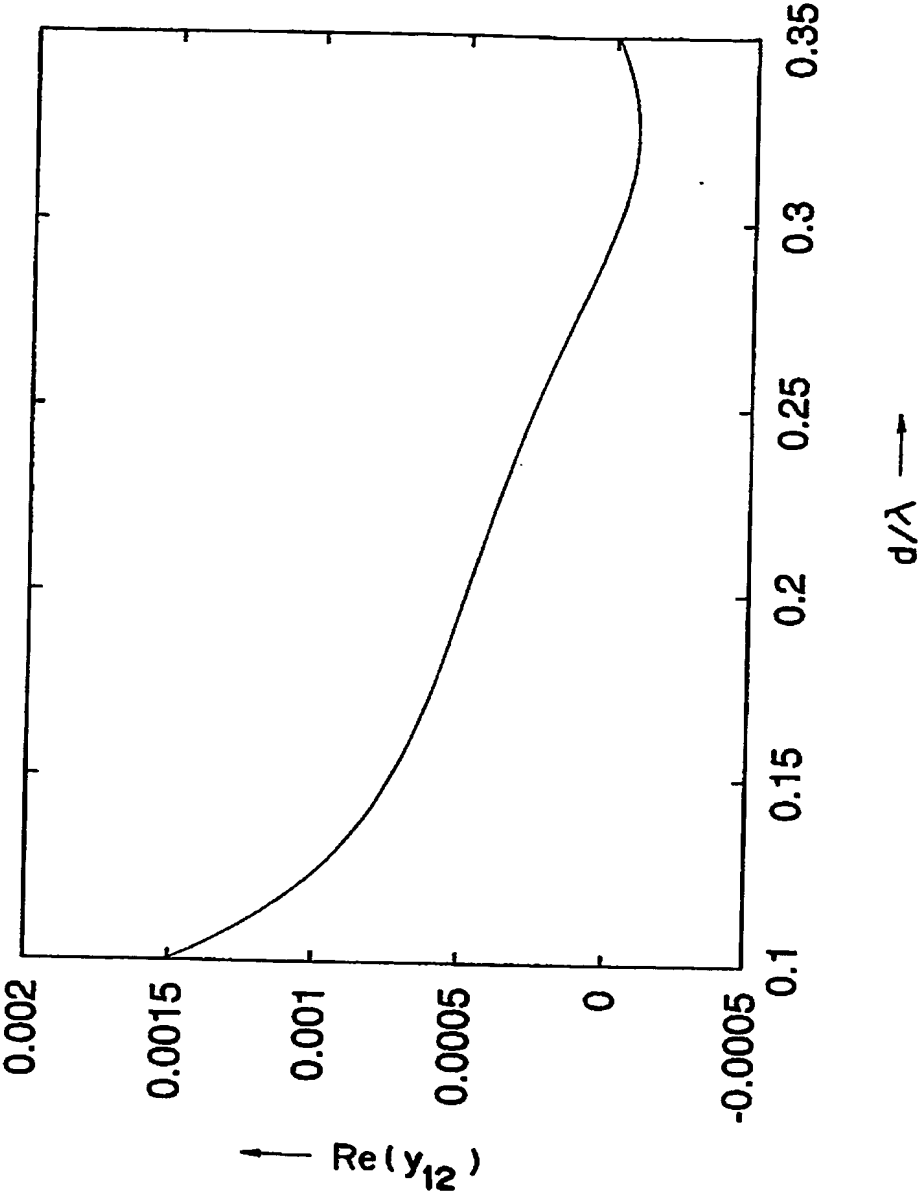
【図 14】



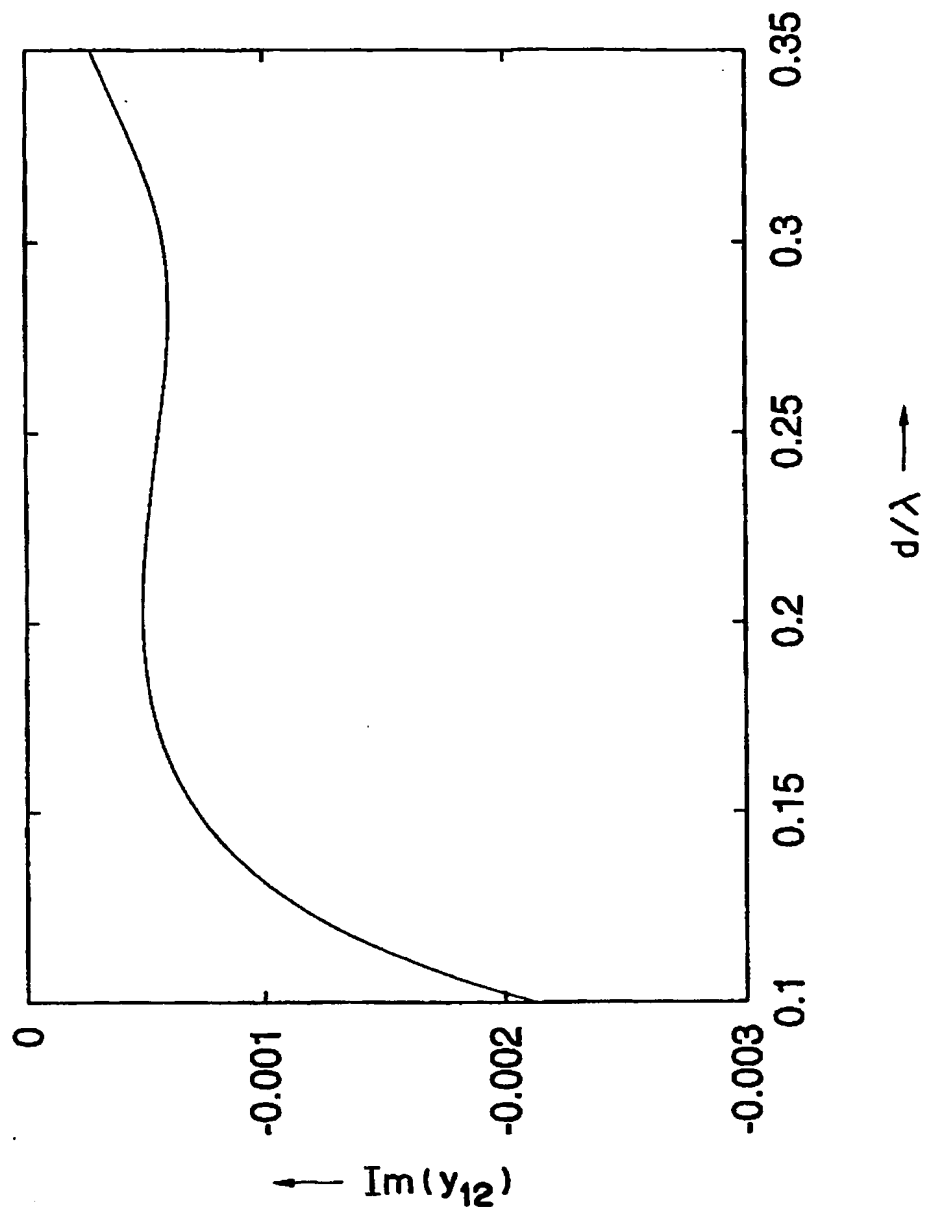
【図 15】

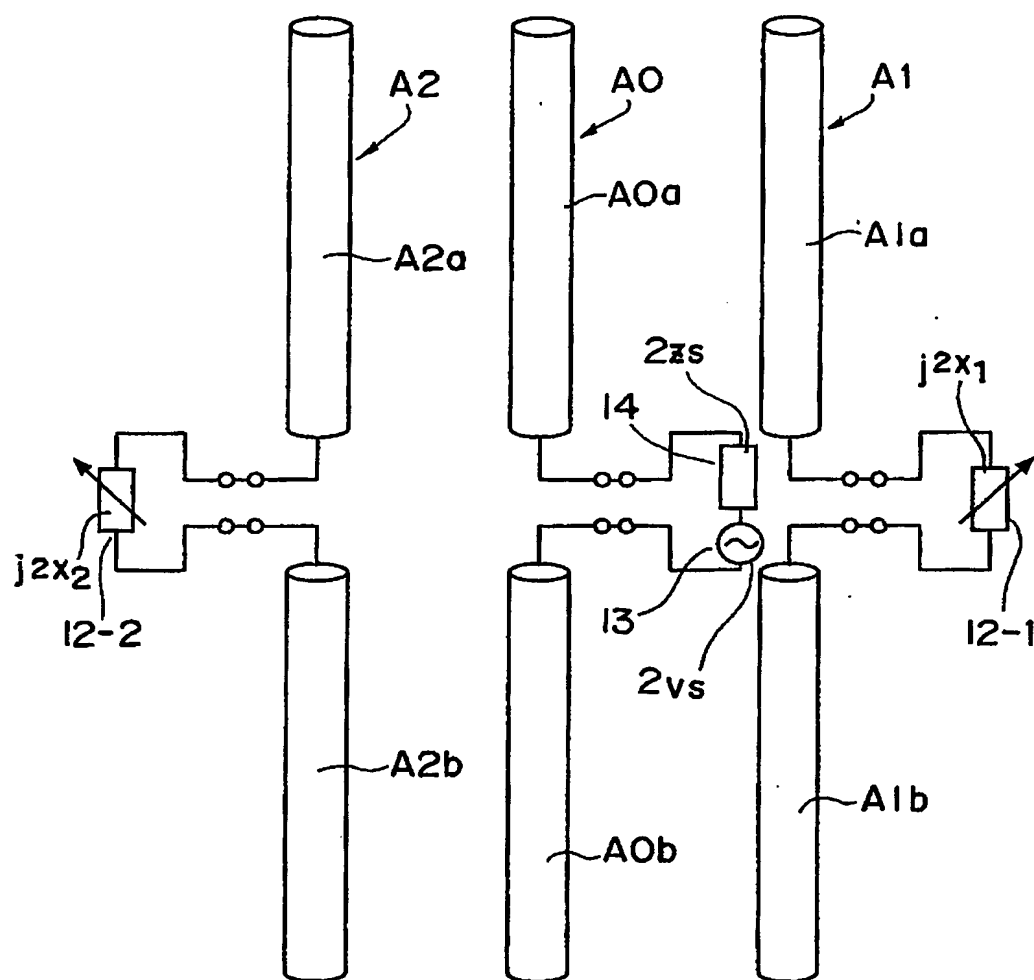


【図 16】

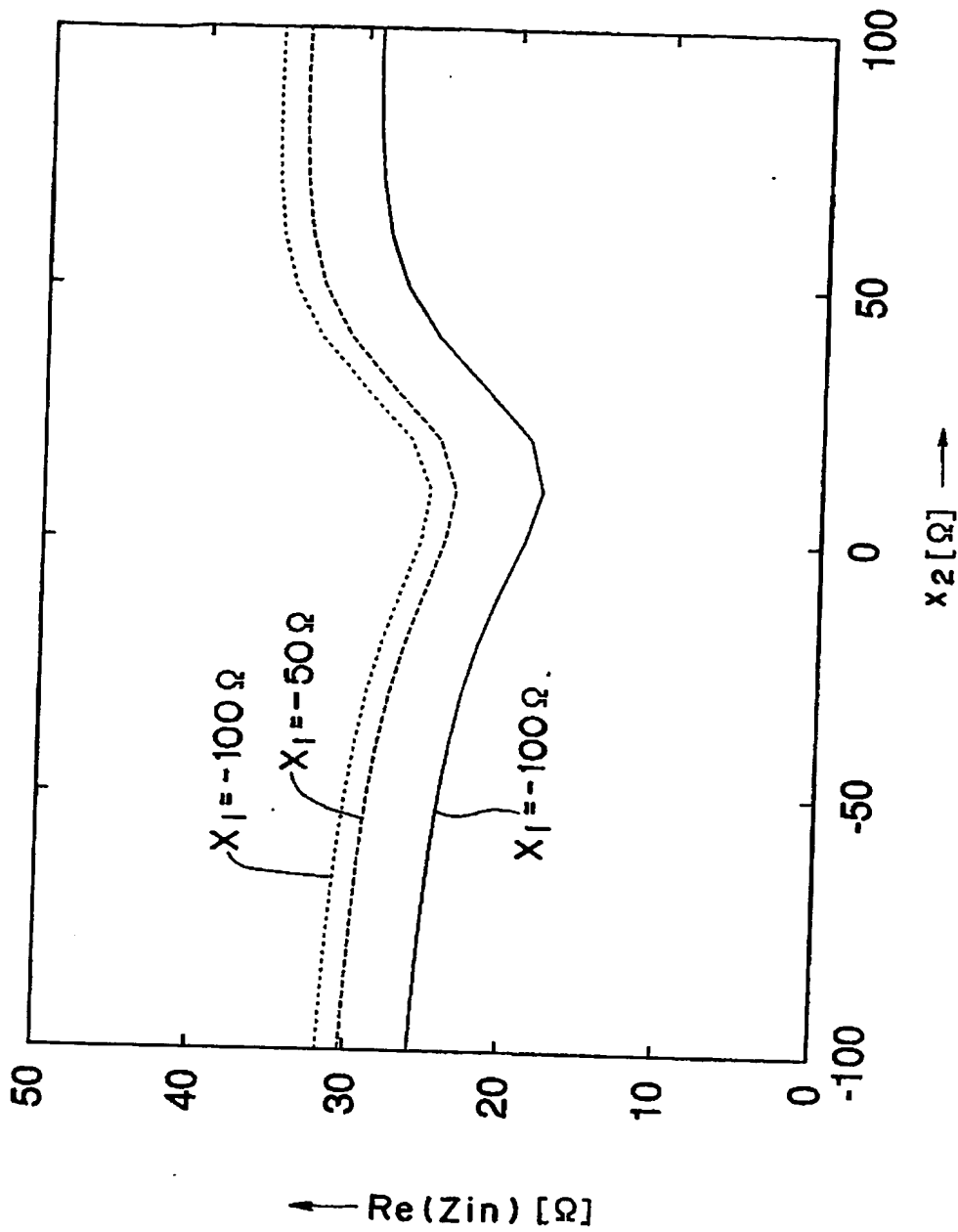


【図 17】

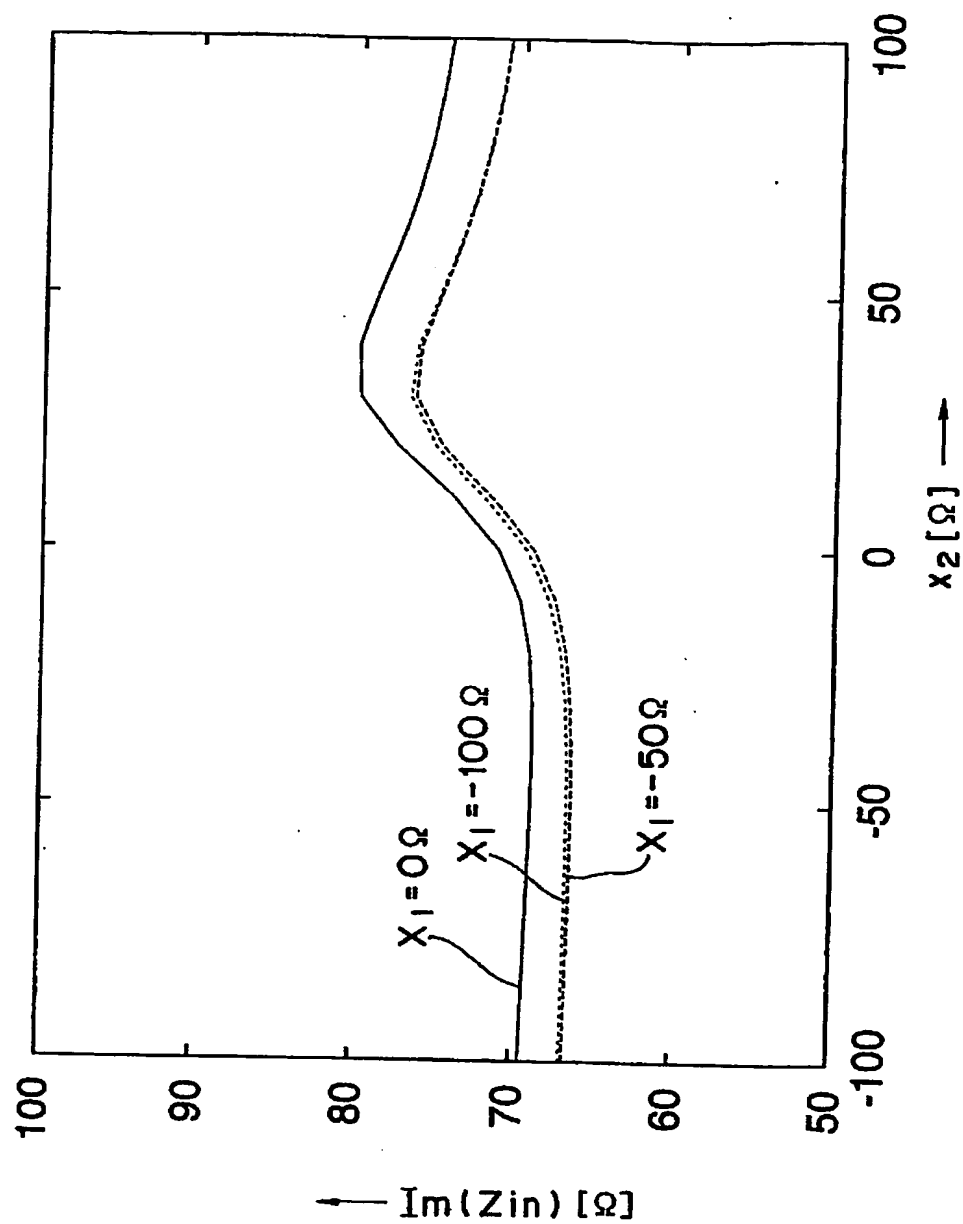




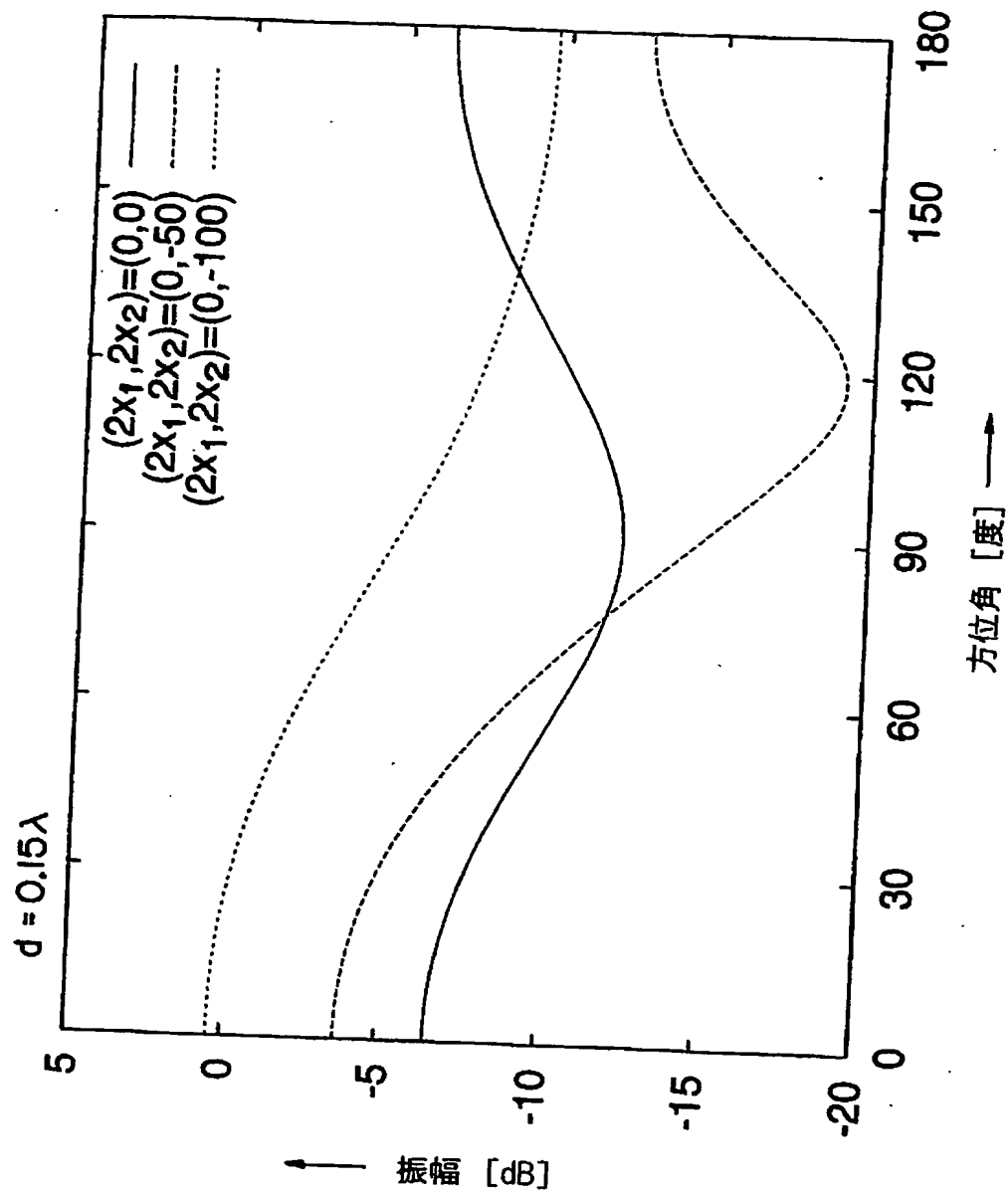
【図 19】



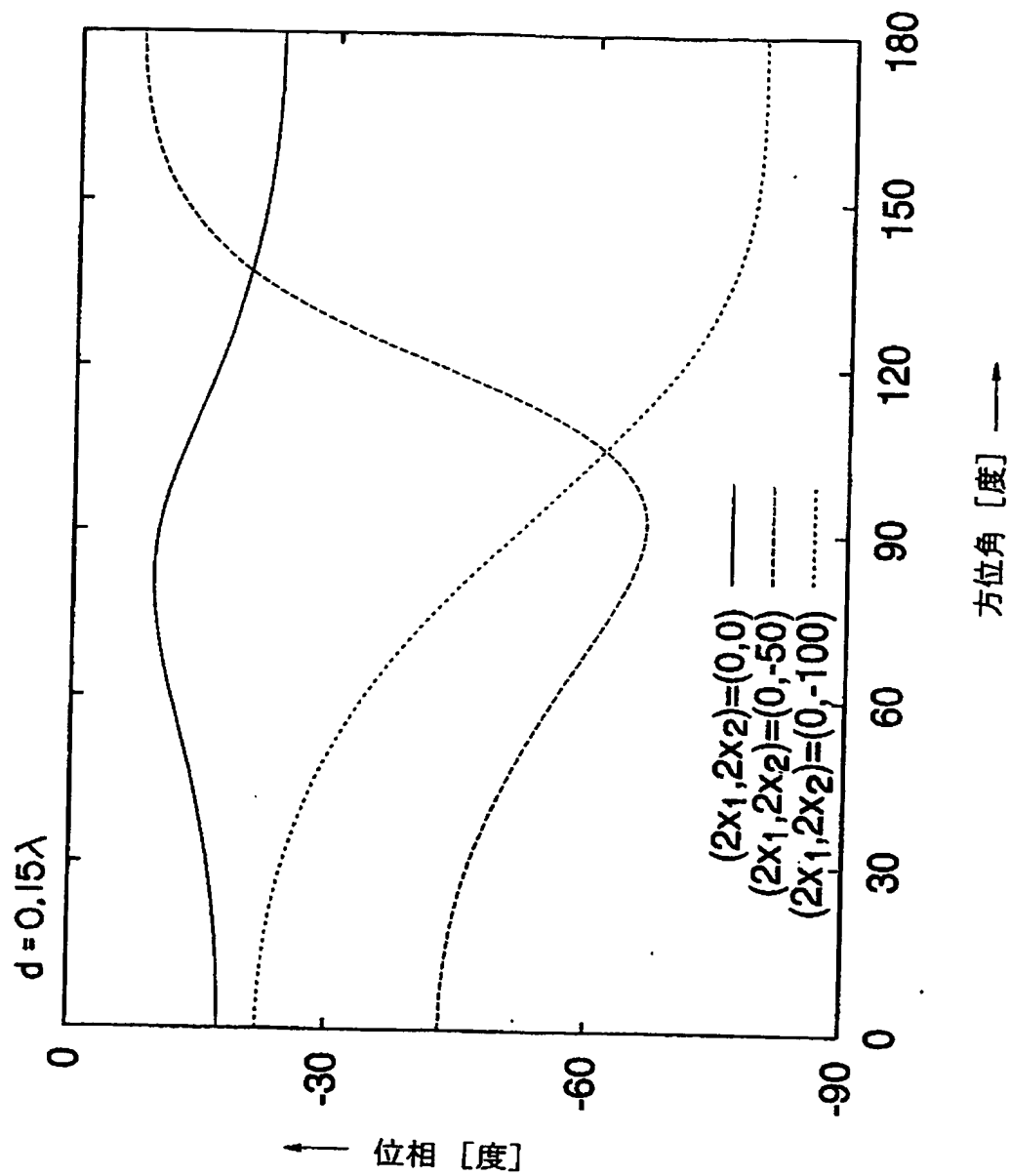
【図 20】



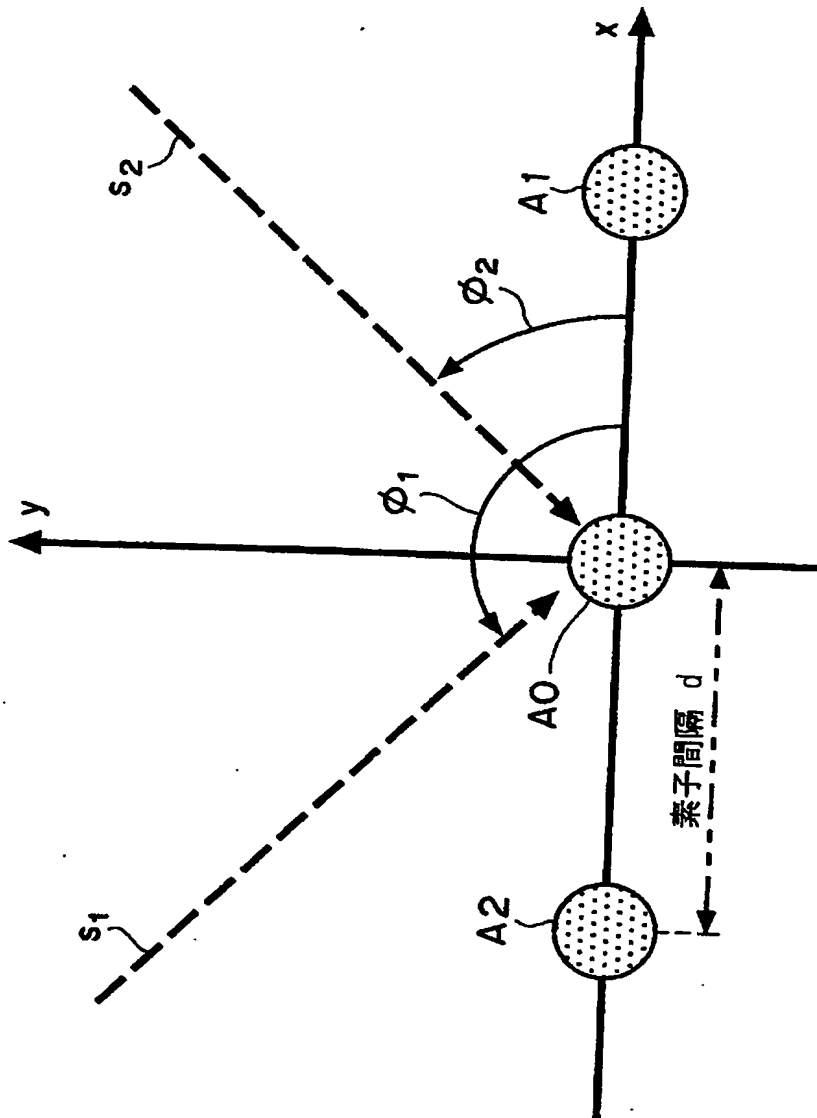
【図 21】



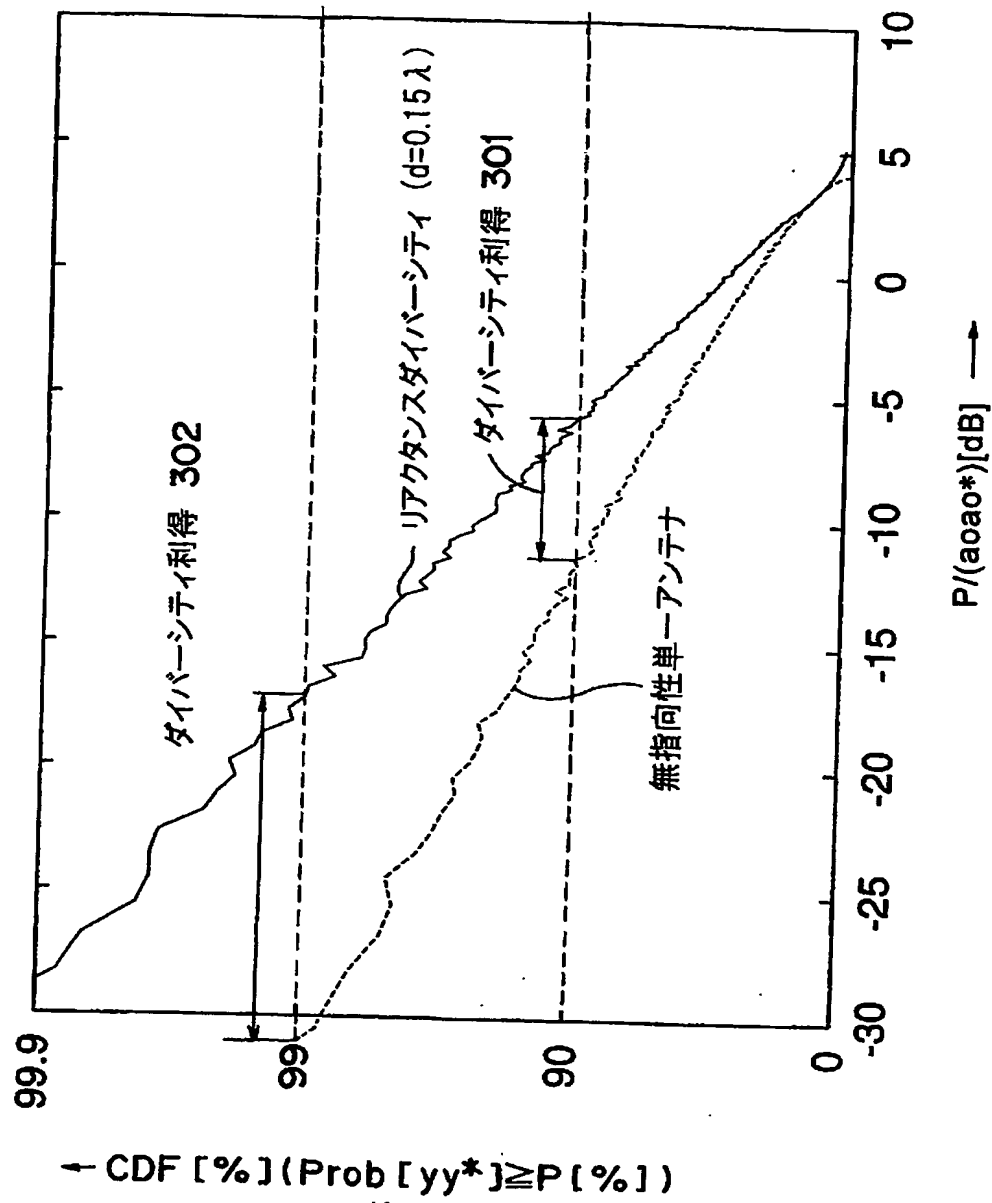
【図 22】



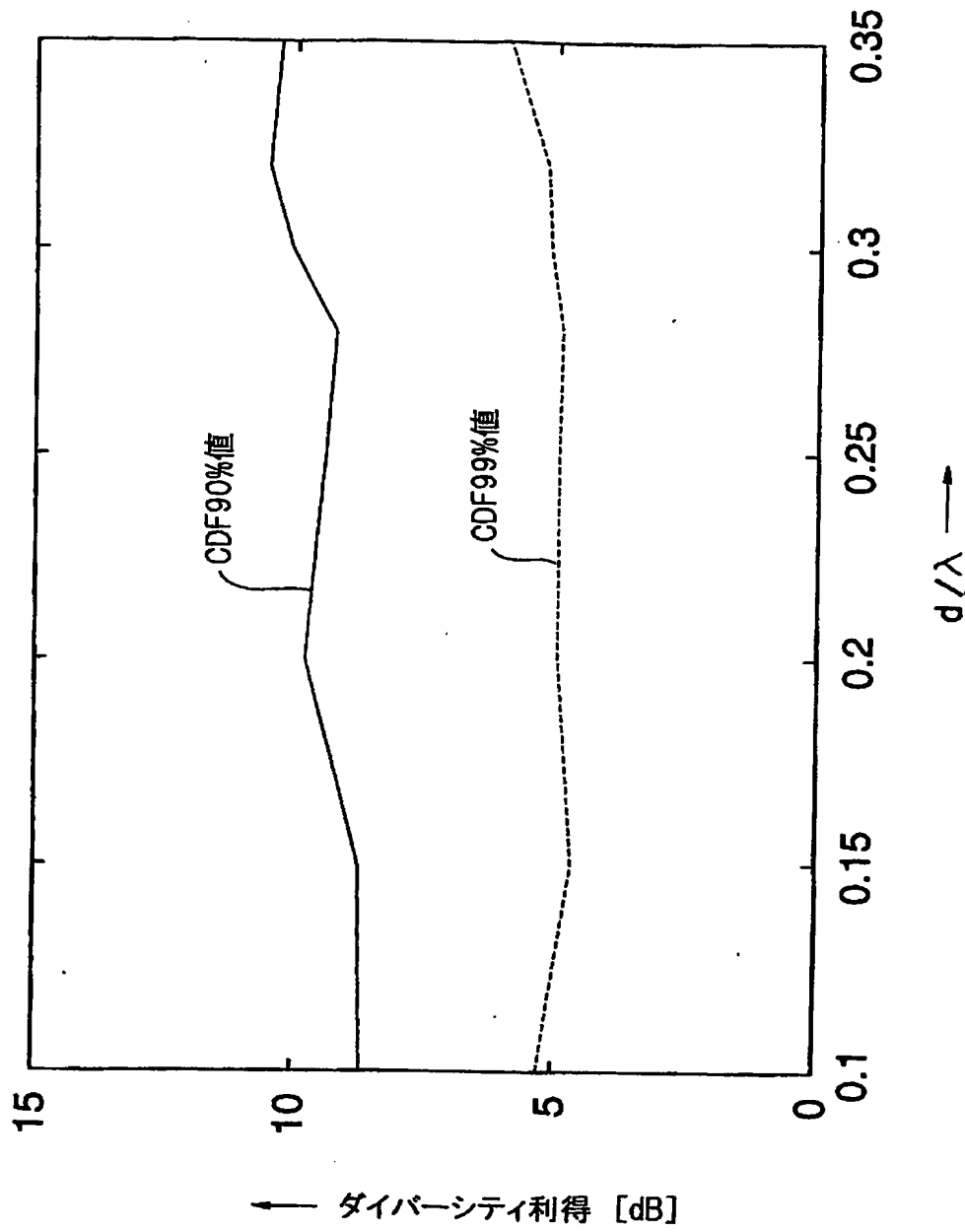
【図 23】



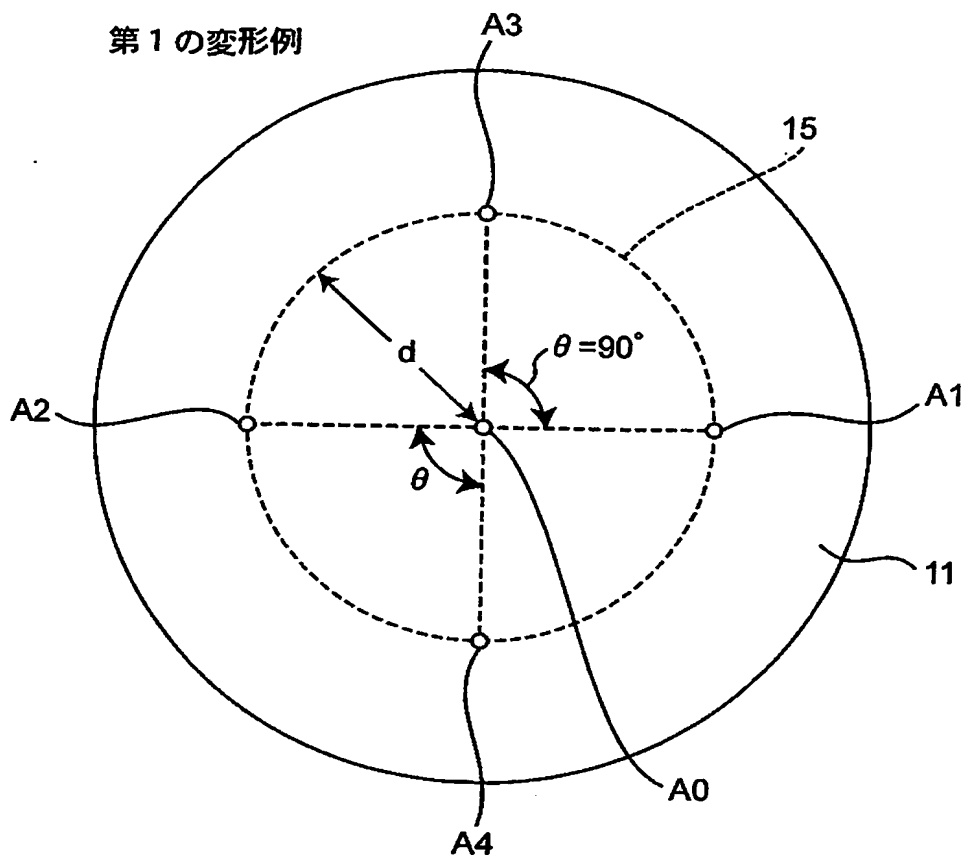
【図 24】



【図 25】

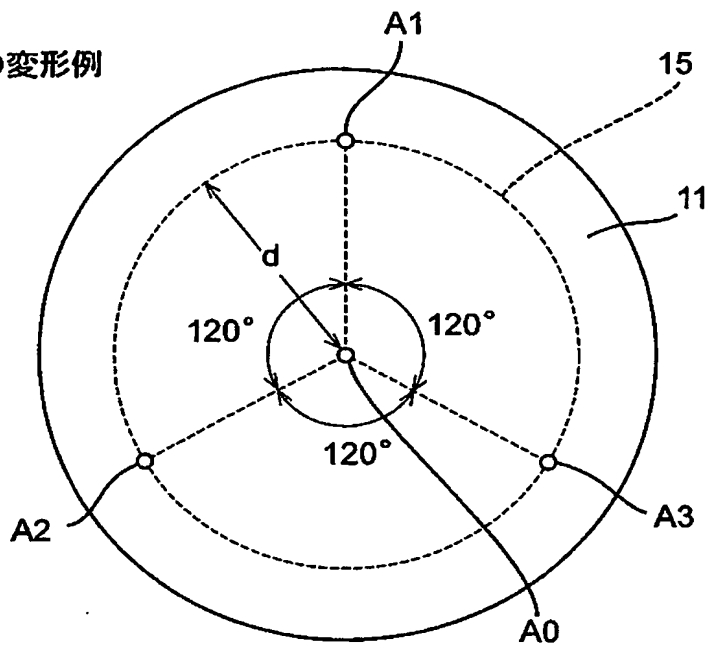


【図 26】



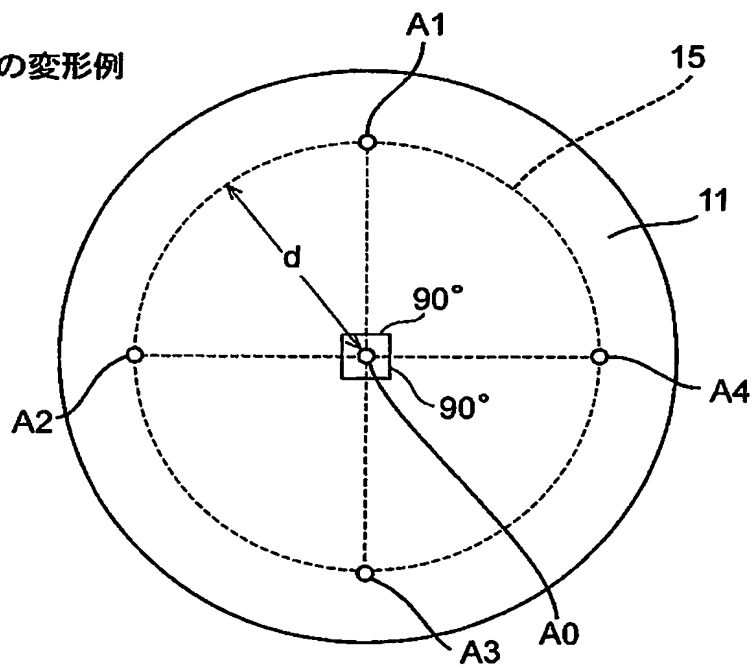
【図 27】

第 2 の変形例



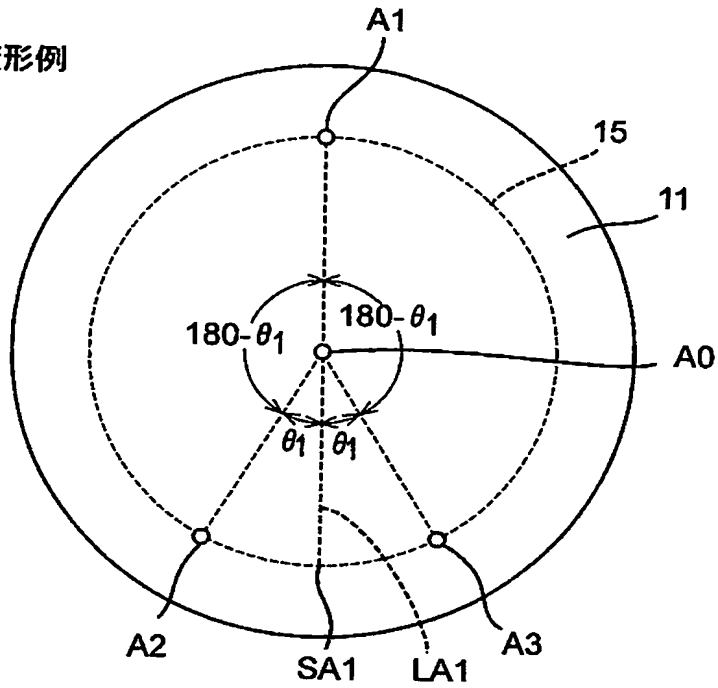
【図 28】

第 3 の変形例



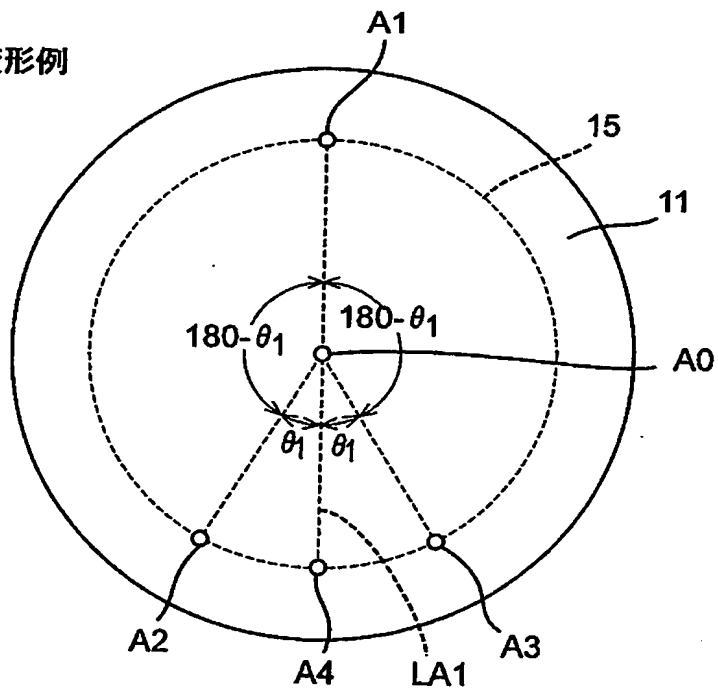
【図 29】

第4の変形例



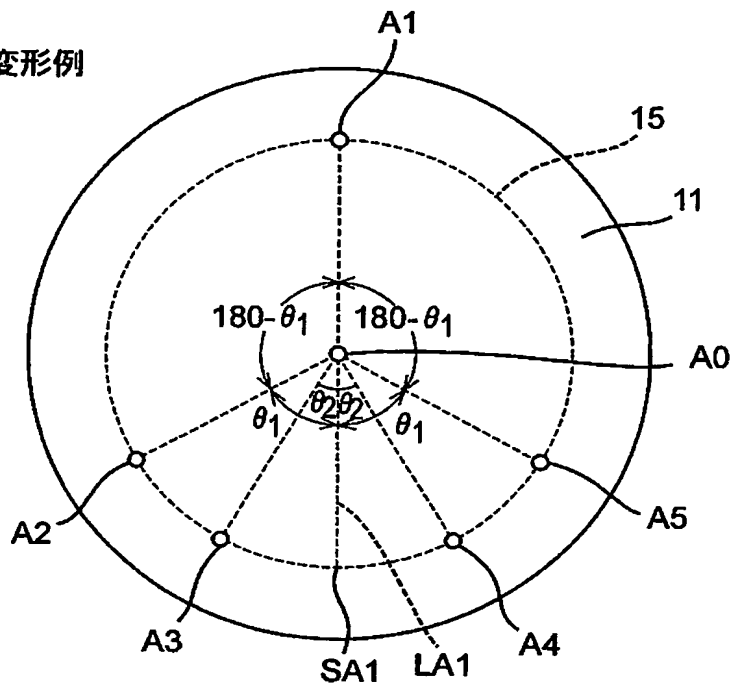
【図 30】

第5の変形例



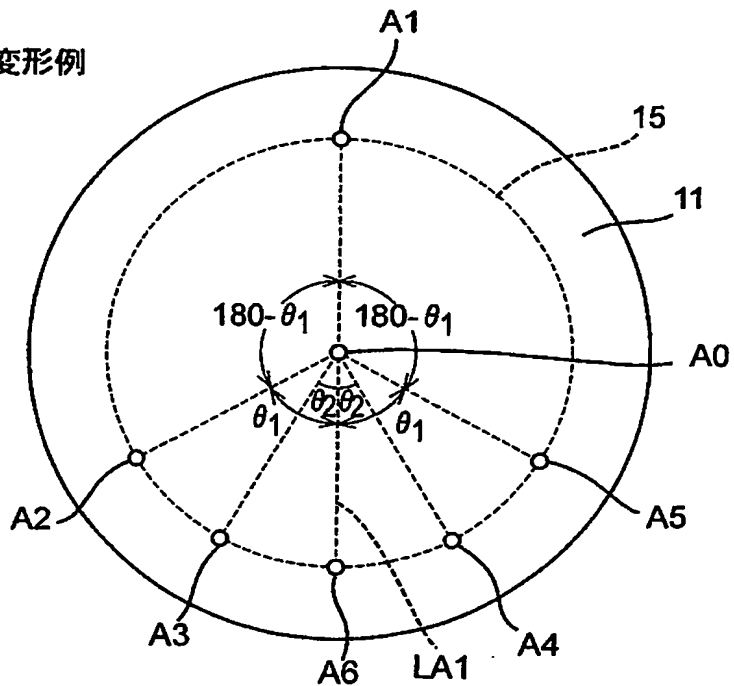
【図 3 1】

第6の変形例

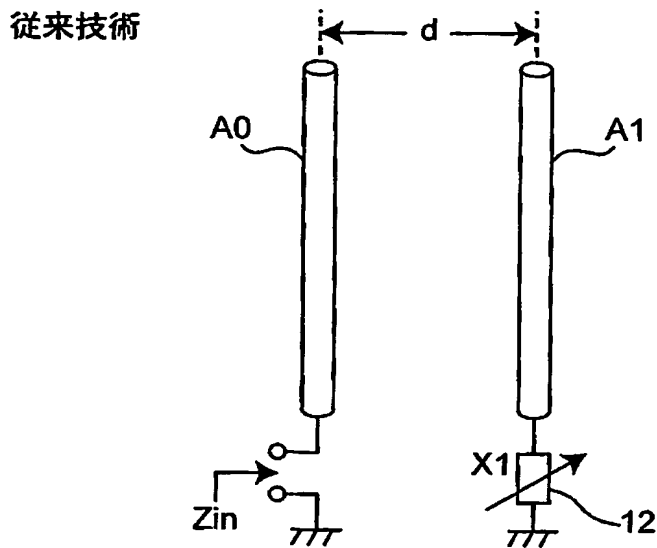


【図 3 2】

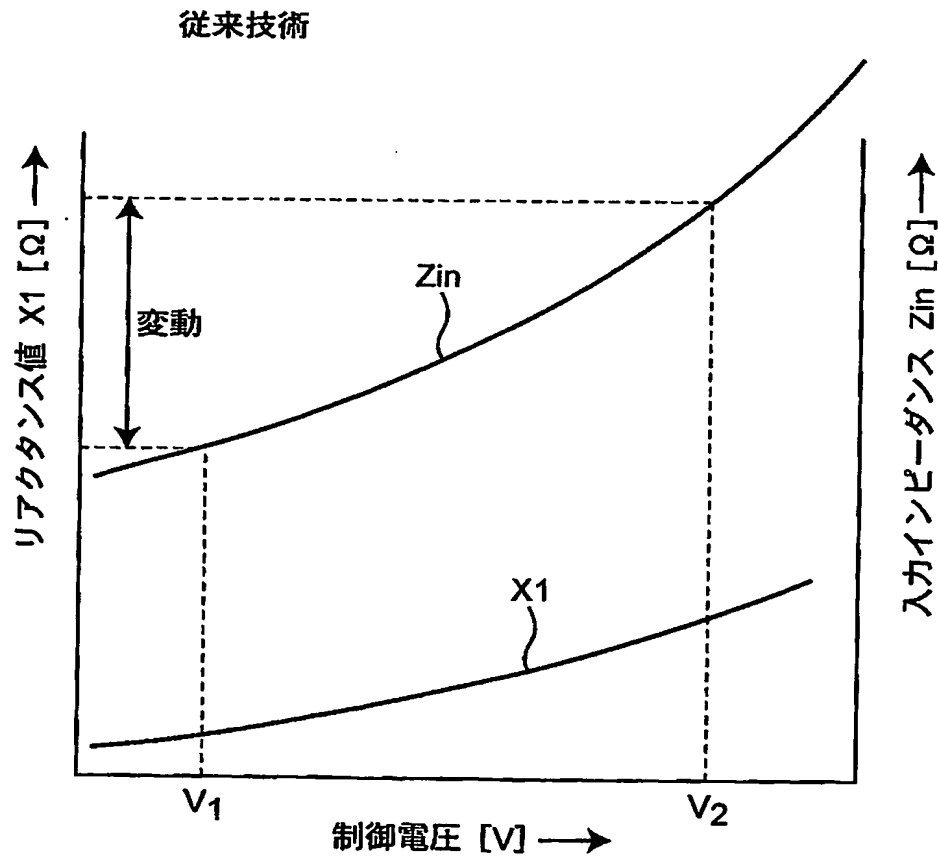
第7の変形例



【図 3 3】



【図 3 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ハードウェア構成及び制御がきわめて簡単であって、入力インピーダンスを実質的に変化させない。

【解決手段】 アレーアンテナ装置100は、送信された無線信号を受信するための励振素子A0と、2つの非励振素子A1, A2と、各非励振素子A1, A2にそれぞれ接続された可変リアクタンス素子12-1, 12-2とを備えて構成され、それらに設定するリアクタンス値を変化させてその指向特性を変化させる。アンテナコントローラ10は受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ入力インピーダンス Z_{in} が実質的に変化しないように、可変リアクタンス素子12-1, 12-2に対して第1のリアクタンス値セットを設定する第1の場合と、それに対して第2のリアクタンス値セットを設定する第2の場合のうち、各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して設定する。

【選択図】 図1



特願 2003-066871

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[393031586]

1. 変更年月日

2000年 3月27日

[変更理由]

住所変更

住 所

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2

氏 名

株式会社国際電気通信基礎技術研究所